

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA.  
SECCION DE TECNOLOGÍA MEDICA.  
LABORATORIO CLINICO.**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE  
CARBOXIHEMOGLOBINA EN EL PERSONAL DOCENTE,  
ADMINISTRATIVO Y ESTUDIANTIL DE LA FACULTAD  
MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL PARA EVALUAR LOS NIVELES  
DE CONTAMINACIÓN QUE CAUSA EL INGENIO  
CHAPARRASTIQUE EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL DURANTE  
EL PERIODO DE LA ZAFRA COMPRENDIDO DE ENERO A  
MARZO 2004.

**PRESENTADO POR:**  
NELLY GUADALUPE GUERRERO DIAZ.  
DOLORES DEL CARMEN BATRES MARTINEZ.

**PARA OPTAR AL TITULO DE:**  
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLINICO.

**DOCENTE DIRECTOR:**  
LICDA. MARIA GABRIELA ROMERO ZAMORA.

MAYO 2004.

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.

**Determinación de la concentración de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental para evaluar los niveles de contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel durante el período de la zafra comprendido de enero a marzo 2004.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
AUTORIDADES.**

**DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ.  
RECTORA.**

**ING. JOAQUIN ORLANDO MACHUCA GOMEZ.  
VICERRECTOR ACADEMICO.**

**LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA.  
SECRETARIA GENERAL.**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**

**ING. FRANCISCO MÁRMOL CANJURA.  
DECANO INTERINO.**

**LIC. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS.  
SECRETARIA GENERAL.**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA.**

**DRA. LIGIA YANETH LOPEZ LEIVA.  
JEFE DE DEPARTAMENTO.**

**LIC. LORENA PATRICIA PACHECO HERRERA.  
COORDINADORA DE LA CARRERA DE LICENCIATURA  
EN LABORATORIO CLINICO.**

LIC. MARIA GABRIELA ROMERO ZAMORA.  
**DOCENTE DIRECTOR.**

LIC. MARIA GABRIELA ROMERO ZAMORA.  
**ASESOR ESTADÍSTICO.**

LIC. MARIA GABRIELA ROMERO ZAMORA.  
**ASESOR DE METODOLOGÍA.**

LIC. ELBA MARGARITA BERRIOS CASTILLO.  
**COORDINADORA GENERAL DE LOS PROCESOS DE  
GRADUACIÓN.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A DIOS TODOPODEROSO:**

Por permitirnos un nuevo triunfo en nuestras vidas y guiarnos por el camino del bien.

### **A LA UNIVERSIDAD:**

Por ser el centro del saber.

### **A NUESTRA ASESORA:**

Lic. María Gabriela Romero Zamora; por su apoyo, comprensión y valiosa ayuda en la realización del proceso de investigación.

### **A NUESTROS DOCENTES:**

Por brindarnos los conocimientos necesarios a lo largo de nuestra formación académica.

### **Lic. Carlos Alfredo Martínez:**

Por su ayuda brindada en la preparación de los reactivos.

**Lic. Isabel Posada de Salgado:**

Por su colaboración en facilitar la realización de las pruebas.

**Lic. Reina Rosa Reyes:**

Por ayudarnos en la compra de reactivo y material de laboratorio.

Con cariño: Nelly Guerrero y Dolores Batres.

## **DEDICATORIA.**

### **A DIOS TODOPODEROSO:**

Por darme la vida, amor, sabiduría, iluminarme y guiarme por el camino correcto y permitirme llegar a esta nueva meta de mi vida.

### **A MIS PADRES:**

José Guadalupe Díaz y María Orbelina Guerrero, por su amor, esfuerzo, sacrificio y su apoyo incondicional, logrando así la culminación de mi carrera.

### **A MIS HERMANOS:**

Hugo Noel, Franklin Misael, Estela del Carmen y Blenda Karina; por apoyarme y brindarme su amor y comprensión.

### **A MIS ABUELOS:**

Por brindarme mucho amor.

### **A MI MADRASTA:**

Por brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante.

### **A MIS SOBRINOS:**

Por la alegría que me brindan con todo cariño.



**A MIS TIOS:**

Por sus consejos y apoyo para sobreponerme a las dificultades, logrando así esta nueva meta.

**A MIS PRIMOS:**

Por su apoyo y cariño.

**A MIS AMIGOS:**

Por sus bendiciones y cariño.

**A MI COMPAÑERA DE TESIS:**

Por su amistad sincera y comprender mi forma de ser; logrando esta meta que nos propusimos.

Nelly Guerrero.

## **DEDICATORIA.**

### **A DIOS TODOPODEROSO.**

Por darme la vida, amor, sabiduría e iluminarme y guiarme por el buen camino y permitirme llegar a este momento tan grande en mi vida.

### **A MIS PADRES.**

Oscar Antonio Martínez y Adriana del Carmen B. De Martínez, por su intenso amor, esfuerzo y sacrificio en todo momento y brindarme su apoyo incondicional.

### **A MIS HERMANOS.**

José Ernesto, Rubén Saúl, Oscar Antonio y Wilber Adolfo por apoyarme en todo momento, brindándome amor y comprensión siempre. Gracias.

### **A MIS SOBRINOS.**

Con su inocencia y alegría que me brindan, con mucho cariño.

### **A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.**

Por sus bendiciones y cariño.

**A MIS MAESTROS.**

Por ser los que me brindaron sus conocimientos para la formación académica.

**A MI COMPAÑERA DE TESIS.**

Por su amistad sincera y por tolerarme en los momentos difíciles para lograr esta meta que nos propusimos y ahora la vemos culminada.

Dolores Batres.

## INDICE.

	Págs.
INTRODUCCION.....	xiv
1. RESUMEN .....	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
3. JUSTIFICACIÓN .....	22
4. OBJETIVOS.....	24
5. HIPOTESIS.....	25
6. MARCO TEORICO.....	27
7. METODOLOGIA.....	43
8. RESULTADOS.....	56
9. DISCUSION .....	75
10. CONCLUSIONES.....	77
11. RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA .....	81
ANEXOS.....	86

## **INTRODUCCIÓN.**

El aire que respiramos corresponde al gas que se encuentra bajo los 18,000 metros de altura alrededor de la tierra y se denomina tropósfera.

El intercambio de monóxido de carbono entre el aire que respiramos y el organismo humano está controlado por procesos físicos y químicos. No se conocen totalmente los mecanismos precisos de inducción de los efectos tóxicos mediante la formación de carboxihemoglobina, pero probablemente se deban a la inducción de un estado hipóxico en muchos tejidos de distintos órganos.

El estudio contiene los resultados teóricos de la investigación sobre la “Determinación de la concentración de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, para evaluar los niveles de contaminación que causa el ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel durante el período de la zafra, comprendido de enero a marzo de 2004”.

La investigación se realizó de la siguiente manera: un Resumen, que constituye el contenido esencial de la investigación; seguido del Planteamiento del Problema, en donde se ubica en el contexto social y de salud, justificando así porque la intoxicación por monóxido de carbono representa un problema de salud poco reconocido en el país. La investigación se realizó con el objetivo de determinar la concentración de carboxihemoglobina, para evaluar los niveles de contaminación que causa el ingenio Chaparrastique, en la población

en estudio, como también identificar y conocer al grupo más vulnerable, los factores predisponentes que propician alteraciones y la consecuencia de estar expuesto a la contaminación por monóxido de carbono. Se considera importante plantear una hipótesis general en la cual se establece que el incremento de los niveles de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, se debe a la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique; también se plantean hipótesis específicas las cuales pretenden comprobar que el personal administrativo de la población base, es el grupo más vulnerable a la contaminación producida por la zafra del ingenio Chaparrastique; además que el tiempo de exposición a dicha contaminación, es el principal factor causante de alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina y que las enfermedades respiratorias, es la principal consecuencia de estar expuesto al monóxido de carbono; luego se presenta el marco teórico que reúne las bases bibliográficas, siguiendo una matriz de congruencia de todos los elementos involucrados o relacionados con la investigación (ver anexo No.1), así como los antecedentes de esta; reseña histórica, exposición a la contaminación del medio ambiente, factores que interfieren en la zafra, mecanismo de acción de la carboxihemoglobina, metabolismo de la hemoglobina, causas y fuente de contaminación; así como también, el diagnóstico diferencial, síntomas y rangos de referencia; y por último la definición de términos básicos relacionado con el estudio. El tipo de investigación se caracterizó por ser analítico, de campo, y transversal, donde se pretendió establecer que existe una alta contaminación ambiental que afecta a las personas de la comunidad. Se estudiaron 490 muestras de las cuales 92 corresponden al sector docente, 52 al sector administrativo y 346 al sector estudiantil, se interrogaron sobre el tiempo y

lugar de permanencia y sobre padecimiento de enfermedades respiratorias, el incremento de los síntomas asociados a la zafra, apoyados en una cédula de entrevista.

Por último se plantean las conclusiones y recomendaciones a las cuales llegó el equipo de trabajo después del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, a través del procedimiento de laboratorio. También se incluye la bibliografía consultada y anexos que complementan el trabajo de investigación.

## **1. RESUMEN.**

Se analizaron 490 muestras del personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la ciudad de San Miguel en el periodo de la zafra, comprendido de enero a marzo de 2004; con el objetivo de determinar la concentración de carboxihemoglobina a través de un método químico y así evaluar la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique. Por otra parte se establecieron como objetivos específicos determinar los factores predisponentes que propician alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina, identificar al sector más vulnerable y conocer las consecuencias de estar expuesto.

El tipo de estudio que se realizó fue analítico, de campo y transversal, ya que se hizo un corte en el tiempo y no se le dio seguimiento a los resultados, además se analizaron la condiciones y el tiempo de mayor permanencia de las diferentes personas, aplicando una cédula de entrevista por persona obteniendo los datos de la población en estudio, con cuyos resultados se elaboraron cuadros y gráficos llegando a los siguientes resultados: un 64.9% arrojan resultados anormales y un 35.1% resultados normales en proporción a un 100% de la muestra total. De los resultados anormales el mayor porcentaje pertenece al sector administrativo, debido a las condiciones en que permanecen.

Además, los resultados muestran que las personas que permanecen mayor tiempo en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental



reflejan un alto porcentaje de casos anormales. Considerando también los padecimientos de enfermedades respiratorias y el incremento de los síntomas en la época de la zafra.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La carboxihemoglobina se origina de la unión de la hemoglobina con el monóxido de carbono. Es hasta en 1895 que se descubre por primera vez, el efecto que el monóxido de carbono tiene sobre la hemoglobina y las consecuencias de este en nuestro organismo.

Además, de ser fabricado naturalmente por nuestro organismo en el proceso de respiración (transporte activo e intercambio de gases), se encuentra en vapores expulsados de calderas, chimeneas, estufas u hornillas de la cocina, calentadores a kerosén, vehículos detenidos con el motor encendido y las industrias (ingenios, zonas francas, fábricas artesanales, fábrica de ladrillos, panaderías, tejas). El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro e insípido, que además, de encontrarse en la atmósfera en pequeñas concentraciones es producido por otras fuentes de contaminación como la quema de materiales combustibles, gas, gasolina, carbón, petróleo o madera.

Lo anterior demuestra que por ser parte de nuestra vida diaria, no hay interés por realizar estudios ambientales de la contaminación provocada por los Ingenios, por parte de ninguna entidad. Por lo que el Ingenio Chaparrastique se convierte en un punto de referencia, para poder demostrar la contaminación y el aumento de la concentración de la carboxihemoglobina (COHb) en la comunidad de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

En la actualidad el ingenio Chaparrastique no toma medidas de control para disminuir la contaminación ambiental, (ver anexos No. 2 y 3), no hay

mantenimiento de chimeneas, control de ruidos, ni de los despojos dispersos al aire libre que producen un olor desagradable.

Cuando llega la época de la zafra, la caña de azúcar tiene la hoja seca; por lo que la incineran y contaminan el aire. Pero este problema no solo afecta la salud del personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, sino también a las comunidades aledañas que se ven afectadas por la zafra (ver anexo No. 4).

Se considera importante dirigir la investigación al estudio químico de muestras de sangre tomadas de los miembros de la comunidad en estudio, para medir los niveles de carboxihemoglobina, para poner en evidencia el problema de contaminación que provoca la zafra; ya que es una de las comunidades más numerosas y expuestas a esta debido a la cercanía con el ingenio.

Aparte de lo expuesto anteriormente el problema se enuncia de la siguiente manera

¿ Están los miembros de la comunidad de la Facultad Multidisciplinaria Oriental predispuestos a sufrir alteraciones en los niveles de carboxihemoglobina durante el período de la zafra?.

A la vez se tratará de darle respuesta a las siguientes interrogantes específicas:

¿Cuál es el sector de la Facultad Multidisciplinaria Oriental más vulnerable a la contaminación por la zafra del ingenio Chaparrastique?

¿Cuál es el factor de riesgo fundamental que propicia alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina en la población en estudio?

¿Cuáles son las consecuencias de estar expuesto al monóxido de carbono liberado al ambiente por el ingenio Chaparrastique?

### **3. JUSTIFICACIÓN.**

La Contaminación ocasionada por la zafra del ingenio Chaparrastique representa un problema en la población en estudio, debido a que la intoxicación por monóxido de carbono produce hipoxia hística, como resultado de la disminución del transporte de oxígeno. Los síntomas iniciales son muy inespecíficos y coinciden con las de otras enfermedades no tóxicas, por lo que la sintomatología no se correlaciona con las concentraciones de carboxihemoglobina en sangre.

El monóxido de carbono es un gas tóxico, inodoro, incoloro, insípido y no irritante por lo tanto el paciente generalmente no refiere haber percibido dicha contaminación; lo que representa un problema de salud pública poco reconocido y probablemente una enfermedad infradiagnosticada.

La investigación está enfocada en determinar la concentración de carboxihemoglobina en sangre, para evaluar el nivel de intoxicación que el ingenio Chaparrastique puede ocasionar en períodos de zafra en la población en estudio, como también identificar al grupo más vulnerable, determinar los factores que propician alteraciones y así conocer las consecuencias de estar expuesto a dicha contaminación. Se considera importante enfocar el estudio a la población de la Facultad Multidisciplinaria Oriental (sector docente, administrativo y estudiantil) ya que esta es una de las comunidades aledañas con mayor riesgo a la contaminación por monóxido de carbono liberado por el ingenio, porque este no cuenta con una adecuada eliminación de desechos

tóxicos. Además la importancia de las consecuencias que la intoxicación por monóxido de carbono origina al sistema nervioso y circulatorio que puede conducir a la muerte.

A partir de los resultados obtenidos se pretende demostrar el problema, los cuales servirán a las autoridades correspondientes para tomar las medidas adecuadas de control en la eliminación de los desechos tóxicos, lo que servirá a los habitantes de otras comunidades de la población salvadoreña que se encuentran en las mismas condiciones.

En este estudio se hizo uso de una cédula de entrevista, y de un análisis químico en muestras de sangre. La medición se realizó a dos longitudes de onda, 420 y 432 nm, usando un Spectronic 20, calibrado adecuadamente.

## **4. OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Determinar, la concentración de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, para evaluar los niveles de contaminación que causa el ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel, durante el período de la zafra comprendido de enero a marzo de 2004.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Identificar, el sector más vulnerable a la contaminación por la zafra del ingenio Chaparrastique en la población en estudio.
- Determinar, los factores predisponentes que propician alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina de la población de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- Conocer, las consecuencias de estar expuesto a la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique.

## **5. HIPÓTESIS.**

### **HIPÓTESIS GENERAL.**

El incremento de los niveles de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, se debe a la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel, durante el período de la zafra comprendido de enero a marzo de 2004.

### **HIPÓTESIS NULA.**

El incremento de los niveles de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, no se debe a la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel durante el período de la zafra comprendido de enero a marzo de 2004.

### **HIPÓTESIS ESPECIFICAS.**

$H_1$  El personal administrativo de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, es el grupo más vulnerable a la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique.



- H<sub>2</sub> El tiempo de exposición a la contaminación producida por la zafra del ingenio Chaparrastique, es el factor de riesgo que propicia alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina en la población en estudio.
- H<sub>3</sub> El aumento de los síntomas en las enfermedades respiratorias, son la principal consecuencia de la exposición al monóxido de carbono producido por la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique.

### **HIPÓTESIS NULA**

- Ho<sub>1</sub> El personal administrativo de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, no es el sector más vulnerable a la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique.
- Ho<sub>2</sub> El tiempo de exposición a la contaminación producida por la zafra del ingenio Chaparrastique, no es el principal factor que propicia alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina en la población en estudio.
- Ho<sub>3</sub> El aumento de los síntomas de las enfermedades respiratorias, no son la principal consecuencia de estar expuesto al monóxido de carbono producido por la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique.

## **6. MARCO TEORICO.**

### **6.1. ANTECEDENTES.**

La intoxicación por monóxido de carbono se conoce desde 1895, se debe a una exposición prolongada a pequeñas cantidades del gas, el cual se encuentra presente en forma natural en la atmósfera en concentraciones mínimas de 0.001% y adquiere cada vez más importancia, debido a la combustión incompleta de motores de gas, humo de tabaco, mal funcionamiento de hornos y procesos industriales.

En 1895, se descubrió por primera vez el efecto que el monóxido de carbono (CO) tiene sobre la hemoglobina; por lo que la contaminación del aire con bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es uno de los problemas más importantes como resultado de las actividades del ser humano.

La exposición al monóxido de carbono es por lo tanto uno de los riesgos de la civilización moderna, hasta en las calles más frecuentadas de las grandes ciudades, se ha demostrado que el aire tiene una concentración de gas suficiente como para causar síntomas leves en personas que permanecen durante largos períodos en ella.

En El Salvador, aunque no existan estudios científicos concretos que lo confirmen, expertos señalan la incidencia de contaminación del medio ambiente como un problema de salud.

El Presidente de la Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES), Lic. Angel Ibarra, fue enfático al decir: “Nuestra atmósfera es una de las más contaminadas de América Latina y esa contaminación está estrechamente ligada con el padecimiento de enfermedades respiratorias, alérgicas y tóxicas”.<sup>1</sup>J

Nuestro país está en un proceso de desarrollo, no tiene los recursos necesarios para mantener un ambiente libre de contaminación y así prevenir diversas enfermedades. El ecologista urgió por la aplicación de correctivos que permitan mejorar la calidad del aire en el país. “Si no se hace nada seguiremos teniendo una atmósfera contaminada que es el caldo de cultivo para que las enfermedades evolucionen” <sup>2</sup>J. Por el alto índice de contaminación ambiental han surgido muchas enfermedades, que se manifiestan a nivel de vías respiratorias.

Según el ecologista se debe hacer una pronta revisión técnica vehicular, de ingenios azucareros y zonas francas.

Estudios elaborados por la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), indican que durante los últimos tres años la contaminación del aire proviene de unidades móviles, no obstante. “La Licenciada Norma Molina docente de la Universidad de El Salvador (UES) y maestra del Medio Ambiente; aseguró que no se tiene que dejar de lado las fábricas e industrias que también contaminan el ambiente” <sup>3</sup>J. Se deben de

---

<sup>1</sup>J POSADA, Mario. “Piden Más Atención a los Contaminantes”. El Diario de Hoy. 2003. Págs. 114.

<sup>2</sup>J Idem.

<sup>3</sup>J Idem.

aplicar leyes que sancionen a las fábricas e industrias que no tomen las medidas de control para evitar la contaminación.

En 1982, comienza a funcionar el ingenio Chaparrastique que se encuentra ubicado en las afueras de la ciudad de San Miguel, frente a la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Por lo que se considera importante enfocar el estudio en la medición de los niveles de concentración de carboxihemoglobina, a las personas expuestas a la contaminación por la zafra, que produce el ingenio Chaparrastique, por que puede conducir a presentar síntomas inespecíficos a causa del monóxido de carbono que se encuentra circulando en el ambiente.

## **6.2. MEDIO AMBIENTE.**

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbono y el ozono.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes y es resultado de las actividades del hombre. Las causas que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias.

La combustión empleada para obtener calor, generar energía eléctrica o movimiento, es el proceso de emisión de contaminantes más significativo. Existen otras actividades tales como la fundición y la producción de sustancias

químicas, que provocan el deterioro de la calidad del aire si se realizan sin control alguno.

Entendemos pues por contaminación atmosférica cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire.

Los principales contaminantes del aire se clasifican en:

- **PRIMARIOS:** Son los que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente. Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas.
- **SECUNDARIOS:** Son los que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan los oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono.

A nivel nacional, la contaminación atmosférica se limita a las zonas de alta densidad demográfica o industrial. “Las emisiones anuales de contaminantes en el país son superiores a 16 millones de toneladas, de las cuales el 65% es de origen vehicular”<sup>4J</sup>.

---

<sup>4J</sup> ANONIMO. Contaminación Ambiental. Artículo. s.e., s.f., págs. 7.

La exposición a altas concentraciones de CO, aunque sea por un breve período de tiempo, puede provocar: envenenamiento agudo, el coma o colapso, que la persona no percibe.

En las zonas urbanas existe un material particulado atmosférico compuesto por polvo y minerales de tierra, además del humo y bencenos de combustión tanto de vehículos como de fuentes de emisión fija, chimeneas, calderas y procesos industriales. Este material llega al interior de casas y oficinas donde se incrementa con las actividades de aseo, pelos de mascotas, entre otros.

### **6.3. FACTORES QUE INTERFIEREN EN LA ZAFRA.**

#### **6.3.1. CANTIDAD DE CAÑA DE AZUCAR.**

La Agroindustria Azucarera es uno de los sectores más importantes en la economía salvadoreña. Desde 1989 ha logrado constantemente, mayor eficiencia y competitividad en la producción de caña de azúcar, en el transporte, en la transformación industrial y la comercialización de sus productos y subproductos en los mercados nacionales e internacionales.

“En la zafra 2002/2003, el área de caña de azúcar cosechada fue aproximadamente 92,000 manzanas (63,000 hectáreas), moliéndose 4,932,516.30 toneladas de caña, con las que se produjeron 10,315,623.44 quintales de azúcar (468,892 toneladas métricas) y 38,876,306.17 galones de melaza. Actualmente nueve ingenios elaboran el total del azúcar producido en el Salvador”<sup>5J</sup> (ver anexo No. 5). Cada año aumenta la cosecha de caña de

---

<sup>5J</sup> BERNAL; Sonia “Ante contaminación Ambiental”. Artículo. El Diario de Hoy es, págs. 2.

azúcar, por lo que hay una mayor producción de azúcar y por ende mayor contaminación.

El aumento en la producción para la zafra 2002/2003 estuvo acompañado también por una mejora en el rendimiento, el cual registró su nivel más alto en los últimos veinticinco años, al alcanzar 215 libras de azúcar por tonelada de caña.

“Existen alrededor de 7,000 cañeros a nivel nacional entre cooperativas y productores individuales; dato interesante es que más del 71% de los cañeros posee tierras con una extensión no superior a las 20 manzanas. Más del 50% de la caña se cultiva en el país en propiedades de menos de 98 manzanas, y el 60% de las tierras pertenece a cooperativas. Por lo que cada año aumenta el cultivo de caña de azúcar”<sup>6</sup>J.

### **6.3.2. PERIODO DE LA ZAFRA.**

Por lo general se da en el período de noviembre a abril, que es el tiempo ideal para la quema de la caña de azúcar porque ya ha madurado, la duración de cultivo de la caña es de un año, además por el tipo de terrenos, es más fácil transportar la caña de azúcar en el verano.

En otros países se da en el período de invierno, pero la realidad salvadoreña es en verano (noviembre – abril) porque cuando la caña está madura produce más azúcar.

---

<sup>6</sup> J ASOCIACION Azucarera. “La Agroindustria Azucarera y sus Perspectivas”. Artículo. E.S. sf, se, págs. 12.

## 6.4. HEMOGLOBINA.

La hemoglobina (Hb), componente principal de los glóbulos rojos, es una proteína conjugada que sirve de vehículo para el transporte de oxígeno y de dióxido de carbono, con un peso molecular de 64,450 Daltons; la masa de eritrocitos de un adulto contiene unos 600 g de hemoglobina, capaz de transportar 800 ml de oxígeno.

Una molécula de hemoglobina consta de dos pares de cadena polipeptídicas (globina) y cuatro grupos prostéticos hem, que contiene cada uno, un átomo de hierro ferroso. Cada grupo hem se localiza precisamente en una determinada zona, de cada una de las cadenas polipeptídicas (ver anexo No.6). Localizado cerca de la superficie de la molécula, el hem se combina de forma reversible con una molécula de oxígeno o dióxido de carbono; por lo que la principal función de la hemoglobina es el transporte de oxígeno de los pulmones donde la tensión del oxígeno es elevada, hacia los tejidos en donde es baja.

### 6.4.1. METABOLISMO DE LA HEMOGLOBINA

La hemoglobina (Hb) circulante disuelta en el plasma desempeña su papel transportador de oxígeno a través del glóbulo rojo, la membrana del glóbulo rojo protege a la molécula de la **Hb** de su eliminación prematura, la maquinaria enzimática del glóbulo rojo, está diseñada para crear condiciones ideales y potencial oxidoreductor.



La producción de dos pares de cadenas polipeptídicas ( $2\alpha$  y  $2\beta$ ) y cuatro grupos prostéticos llamados hem captador de oxígeno, queda insertado en cada uno de las cadenas polipeptídicas de globina. Por lo que requiere la producción paralela y sincrónica del hem y la globina, el hem se sintetiza en las mitocondrias, a partir de la glicina y fosfato de piridoxa, las cuales forman el ácido  $\Delta$ -amino levulínico, este a su vez forma el núcleo pirrólico; cuatro núcleos pirrólicos se unen para formar un tetrapirrol y luego por adición de cadenas laterales se forma una estructura denominada protoporfirina, la adición de un átomo de hierro a la protoporfirina lleva a la síntesis final del hem.

Las cadenas  $\alpha$  y  $\beta$  de la globina se sintetizan en los ribosomas citoplasmáticos. La información exacta sobre la secuencia de aminoácido de cada cadena la transcribe el DNA nuclear a los ribosomas a través del RNA.

Como se menciona anteriormente cada uno de los polipéptidos  $\alpha$  y  $\beta$  recibe un grupo hem, que se coloca en un espacio de la cadena polipeptídica llamado “NICHÓ”, la unión de dos cadenas  $\alpha$  y dos  $\beta$  cada uno con su respectivo grupo hem conduce a la formación definitiva de la Hb (ver anexo No.7).

Eventualmente la célula es atrapada en el sinusoides esplénico (bazo, hígado) para fragmentarlo y fagocitarlo, por macrófagos del sistema retículoendotelial. El hierro del hem es reutilizado para la formación de nuevas moléculas de Hb, los aminoácidos entran al pool sistémico y son metabolizados por los diversos tejidos del organismo. La protoporfirina sufre degradaciones sucesivas, que conduce a la formación de bilirrubina con la

célula hepática y su excreción a través de los conductos biliares hacia la luz del intestino, luego esta se convierte en urobilinogeno y así se excreta en heces y orina, completando el ciclo vital de la hemoglobina.

### **6.5. MONÓXIDO DE CARBONO.**

El monóxido de carbono es producido por diversas formas, mencionadas anteriormente, el efecto de las partículas depende de su tamaño, lo que se denomina la fracción respirable en menos de 10  $\mu\text{m}$ , destacando las partículas menores a 2 $\mu\text{m}$ , que son capaces de llegar a los alvéolos donde no pueden salir; las partículas afectan fundamentalmente al árbol respiratorio y mucosas luego pasan a tejido y así presentar síntomas inespecíficos (ver anexo No.8).

El envenenamiento por monóxido de carbono a menudo se cita como una forma de hipoxia por anemia porque hay una deficiencia en la hemoglobina que puede transportar oxígeno, pero el contenido total de hemoglobina en la sangre no es afectada por el monóxido de carbono, ya que la afinidad de la hemoglobina para el monóxido de carbono es mayor que para el oxígeno.

### **6.6. CARBOXIHEMOGLOBINA.**

La carboxihemoglobina se origina de la combinación del monóxido de carbono y la hemoglobina, esta se produce cuando la hemoglobina queda expuesta al monóxido de carbono. “ La afinidad de la hemoglobina por el monóxido de carbono es de 200 a 300 veces superior a la del oxígeno, por lo

que la molécula de hemoglobina se ve rápidamente saturada por el monóxido de carbono, impidiendo así la fijación del oxígeno en ella”<sup>7J</sup>.

#### **6.6.1. MECANISMO DE ACCION.**

La toxicidad por monóxido de carbono es el resultado de la combinación de la hipoxia tisular y el daño a nivel celular producido por el gas, este tiene una mayor conexión por la hemoglobina que el oxígeno, por lo que compite con el oxígeno por los sitios activos, que contienen hierro o cobre, de las hemoproteínas, tales como la mioglobina y el citocromo; así se disminuye el transporte de oxígeno al músculo cardíaco y al músculo de las extremidades, conduciendo a un desplazamiento de la curva de disociación de la hemoglobina a la izquierda (blastos), ocasionando un daño por repercusión, peroxidación lipídica, degradación de ácidos grasos insaturados a nivel de tejidos (en relación con la exposición crónica ) y los tejidos más sensibles a los efectos tóxicos de monóxido de carbono, son aquellos con mayores necesidades metabólicas como: sistema nervioso central y miocardio.

#### **6.7. RELACION DE LA ZAFRA CON LA CARBOXIHEMOGLOBINA.**

La zafra es la fabricación del azúcar de caña y la carboxihemoglobina es el resultado de la combinación del monóxido de carbono y la hemoglobina. A través del proceso de fabricación del azúcar de caña en el Ingenio Chaparrastique, hay emanación de monóxido de carbono, que es el principal componente del humo que proviene de la combustión incompleta de ciertos

---

<sup>7J</sup> ANÓNIMO. “Aire Puro”. Artículo. s.e., s.f. págs. 2.

compuestos que es liberado a través de las chimeneas en mal funcionamiento y se dispersa en la atmósfera. “Una vez que el monóxido de carbono se encuentra libre en el ambiente, es inhalado por el ser humano a través de las vías respiratorias y llegan a los alvéolos pulmonares, la fase final en este proceso consiste en la unión competitiva del monóxido de carbono y el oxígeno a la hemoglobina en los glóbulos rojos, formando carboxihemoglobina y oxihemoglobina ( $O_2Hb$ ) respectivamente; por lo que la unión del monóxido de carbono a la hemoglobina, produce carboxihemoglobina y reduce la capacidad de transporte de oxígeno, en la sangre parece ser el principal mecanismo de acción que desencadena la inducción de los efectos tóxicos de la exposición al monóxido de carbono”<sup>8J</sup>.

## **6.8. CAUSAS DE INTOXICACIÓN POR MONÓXIDO DE CARBONO.**

Una ingestión de gas de monóxido de carbono no solo impide que el cuerpo utilice correctamente el oxígeno, si no también causa daño en el sistema nervioso central. “Las personas que tienen problemas de salud tales como enfermedades cardíacas o pulmonares son especialmente vulnerables a la intoxicación”<sup>9J</sup> alterando los síntomas o incrementándolos.

## **6.9 FUENTES DE CONTAMINACIÓN.**

- Aparatos de cocina en mal funcionamiento.

---

<sup>8J</sup> POSADA, Mario. “Piden más Atención a los Contaminantes”. Periódico. 23 julio de 2003. págs. 114..

<sup>9J</sup> DISCLAMER, “La Medicina del Medio Ambiente” Mayo 2001. Págs.3

- Humo de tabaco.
- Las chimeneas atascadas en mal funcionamiento.
- Los tubos de escapes de los automóviles.
- Los calentadores de agua en mal funcionamiento.
- Los hornos de leña, gas, carbón en mal funcionamiento.
- Las chimeneas que queman leña o cualquier estufa en espacios no ventilados.
- Los electrodomésticos de las cabañas o acampadores, las parrillas de barbacoas, la ausencia de una adecuada ventilación, los calentadores de piscina o de jacuzzi.

## **6.9. SÍNTOMAS DE LA INTOXICACIÓN POR MONÓXIDO DE CARBONO.**

“ La sintomatología por la intoxicación de monóxido de carbono es inespecífica, ya que es similar a la de procesos gripales o de intoxicación por alimentos” <sup>10</sup>). Aunque cada persona puede experimentar los síntomas de una forma diferente, algunos de los síntomas más comunes se incluyen los siguientes: cefalea, mareos, entre otros. (Ver anexo No.9)

## **6.11. RANGOS NORMALES.**

Sus valores se expresan en porcentaje (%).

- No fumadores : < 3.5%
- Fumadores : ≤ 12%
- Recién nacidos : ≥ 12%

---

<sup>10</sup>J DISCLAMER, “La Medicina del Medio Ambiente” Mayo 2001, Págs. 3

## 6.12 GLOSARIO.

- **ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN):** Proteína compleja intracelular que porta la información genética y que está constituido por dos purinas (adenina y guanina) y dos pirimidinas (timina y citosina).
- **ACIDO RIBONUCLEICO (ARN):** Elemento responsable de transferir la información genética dentro de una célula; funciona como molde o patrón.
- **ACIDO DELTA AMINO LEVULINICO:** Es el precursor de las porfirinas, uroporfirinas, coproporfirinas y protoporfirinas.
- **BLASTOS:** Células inmaduras que se encuentran en la médula ósea y en condiciones anormales en sangre periférica.
- **CARBOXIHEMOGLOBINA:** Se origina de la combinación del monóxido de carbono y la hemoglobina.
- **CITOCROMO:** Son proteínas que poseen un grupo ferroporfirinas, que es capaz de variar entre una forma reducida ( $Fe^{2+}$ ) y otra oxidada ( $Fe^{3+}$ ).

- **COMBUSTIÓN:** Reacción entre el oxígeno y un material combustible, que por desprender energía, suele causar incandescencia o llama: combustión de gas butano.
  
- **COLAPSO:** Decaimiento brusco y grave de la tensión arterial que causa una insuficiencia circulatoria y disminución brusca o paralización una actividad.
  
- **COMA:** Alteración del estado normal de la conciencia caracterizado por la falta de apertura ocular y la disminución o ausencia de respuesta ante estímulos externos.
  
- **FAGOCITOSIS:** Proceso por los que las células absorben sustancias a través de la membrana plasmática.
  
- **HEMOGLOBINA:** f. BIOQUÍM. Pigmento proteínico colorante de los glóbulos rojos y plasma sanguíneo que permite el transporte de oxígeno: la hemoglobina transporta veinte veces su volumen de oxígeno.
  
- **HOLLÍN:** Sustancia negra formada por carbono impuro pulverizado.
  
- **INGENIO:** Máquina o artefacto mecánico.

- **INTOXICACIÓN:** Estado producido por la introducción o por la acumulación en el organismo de una sustancia tóxica.
- **HIPOXIA:** Déficit de la concentración de oxígeno en la sangre.
- **MIOGLOBINA:** Es una hemoproteína que contiene HEM, encargada de transportar el oxígeno a los músculos y una apoproteína globina, similar en estructura a los monómeros de la Hb.
- **MONÓXIDO DE CARBONO:** Es un gas tóxico que se produce cuando los combustibles de carbón se queman de forma incompleta.
- **PEROXIDACION LIPIDICA:** La acción neutralizante de las enzimas o de los compuestos antioxidantes se debe a su capacidad de absorber la energía de los Radiación Lipídica, sin desencadenar efectos nocivos para los tejidos. Así, los aniones superóxido ( $O_2^-$ ) son normalmente neutralizados por la enzima superóxido dismutasa, que cataliza la reacción que lleva a la formación de  $O_2 + H_2O_2$  (peróxido de hidrógeno).
- **SINCOPE:** Pérdida súbita y momentánea del conocimiento, acompañada de la no percepción de los latidos cardíacos y de la respiración.



- **TROPOSFERA:** Capa inferior de la atmósfera terrestre, de unos 8-14 km de espesor, en la que se producen, la mayor parte de los fenómenos meteorológicos que determinan el clima.
- **ZAFRA:** Tiempo que dura la cosecha y fabricación del azúcar de caña.

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Esta investigación se caracterizó por ser analítica, de campo, y transversal.

- **ANALÍTICA:** Porque se efectuó, a fin de destacar los elementos básicos que estén relacionados, para comprender el problema de investigación; pasando de lo externo superficial a lo interno esencial.
- **DE CAMPO:** Porque se trabajó en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, donde el problema de la contaminación causada por el Ingenio Chaparrastique está presente. Se tomaron muestras de sangre que luego fueron llevadas a analizar.
- **TRANSVERSAL:** Porque se hizo un corte en el tiempo y no se le dio seguimiento a los resultados.

### **7.2. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **7.2.1. UNIVERSO POBLACIONAL.**

El universo para esta investigación estuvo constituido por 3,702 personas que constituyen la comunidad de la Facultad Multidisciplinaria Oriental; las cuales se clasifican en dos sectores: docente-administrativo y estudiantil.

### 7.2.2. TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE DATOS.

La técnica a utilizar fue el muestreo probabilístico, porque cada elemento de la población escogido, tuvo igual probabilidad de ser seleccionado.

### 7.2.3. MUESTRA.

El recurso de las muestras ofrece mayor ventaja que el del censo. Una de las ventajas más importantes es la economía de tiempo y dinero. Otra es lo práctico que resultó llevar a cabo la investigación con este instrumento. Por supuesto, se asume la legítima representatividad de la muestra. Por tener un 95% de confianza.

El tamaño de la muestra para cada sector se calculó, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p q N}{(N-1) E^2 + z^2 p q}$$

**Donde**

n= Tamaño de la muestra.

Z= Nivel de confianza 95% .

p= Probabilidad de éxito.

q= Probabilidad de fracaso.

E= Error en el muestreo o nivel de precisión.

N= Población Total.

$N_1$  = Población total del sector docente-administrativo.

$N_2$  = Población total del sector estudiantil.

**Datos:**

$Z = 1.96$

$p = 0.5$

$q = 0.5$

$E = 0.05$

$N = 3,702$  personas

$N_1 = 232$  personal del sector docente-administrativo.

$N_2 = 3,470$  estudiantes

Sustituyendo sector docente- administrativo

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (232)}{(232-1)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

**$n = 144$  personas.**

El tamaño de la muestra para el sector 1 es de 144 personas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, que representan el 62.07% de la población total del sector 1. Obtenido de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} 232 \text{ personas} & \text{—————} & 100\% \\ 144 \text{ personas} & \text{—————} & X \end{array}$$

$$X = 62.07\%$$

Sustituyendo sector 2 (estudiantil).

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (3,470)}{(3,470-1)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 346 \text{ estudiantes.}$$

El tamaño de la muestra para el sector 2 resulta de 346 estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, que representará el 9.97% de la población total del sector 2. obtenido de la siguiente manera.

$$\begin{array}{rcl} 3,470 & \text{—————} & 100\% \\ 346 & \text{—————} & X \end{array}$$

$$X = 9.97\%$$

#### **7.2.4. TIPO DE MUESTREO.**

El diseño muestral que se utilizó fue el estratificado combinado con el sistemático. El proceso consistió en dividir la población en grupos llamados

estratos (sectores); dentro de cada sector los elementos estuvieron situados de manera homogénea con respecto a las características en estudio.

Se obtuvieron por separado parámetros de cada sector.

<b>SECTOR</b>	<b>No. DE PERSONAS (N)</b>
1	232
2	3,470
TOTAL	3,702

Se definieron las muestras por cada sector y el porcentaje que representó cada uno de estos en la población total, se determinó por medio de la siguiente fórmula:

PORCENTAJE:

$$(N_i/N) 100 = \%$$

Donde:

N<sub>i</sub>: Número de personas por sector.

N: Número total de la población.

SUSTITUYENDO:

Sector No.1

Porcentaje:

$$(232/3,702) 100$$

**6.27 %**

Sector No.2

Porcentaje:

$$(3,470/3,702) 100$$

**93.73%**

### **MUESTRAS POR SECTOR.**

SECTORES	No. TOTAL DE PERSONAS (N)	PORCENTAJE %	MUESTRAS (n)
1	232	6.27%	144
2	3,470	93.73%	346
TOTAL (N)	3,702	100%	490

Debido a que el sector 1 posee personal docente y administrativo, se obtuvieron submuestras para este sector.

### SUB-MUESTRAS DEL SECTOR N° 1.

$$n_i = n(N_i/N)$$

Donde:

Ni: Submuestra.

N: Muestra Total.

Ni: No. De Docentes y/o Administrativo.

N: No. Total de Personas del Sector.

SUSTITUYENDO:

$n_i = 144$  (149/232)

**$n_i = 92$  docentes.**

$n_i = 144$  (83/232)

**$n_i = 52$  administrativos.**

El muestreo sistemático se caracterizó porque todos los elementos de la población tuvieron igual probabilidad de ser tomados en cuenta.

La selección del intervalo para cada sector se obtuvo de la siguiente forma:

$$K = N/n$$

Donde:

K: Intervalo para seleccionar la unidad muestral.

N: Universo por sector.

n: Muestra por sector.

La unidad muestral inicial se determinó así:

Se realizó un sorteo por sector para definir por cual de las primeras personas se inició la selección.

Después de realizarse el sorteo se procedió a conformar la muestra.

SECTOR	No. TOTAL DE PERSONAS (N)	MUESTRA A TOMAR POR SECTOR (n)	INTERVALO	PRIMER ELEMENTO DE LA MUESTRA.
DOCENTE	149	92	$1.61 \approx 2$	2
ADMITIVO.	83	52	$1.59 \approx 2$	3
ESTUDIANTIL	3,470	346	10	1



## **SECTOR DOCENTE**

Se procedió a tomar como primera unidad muestral el docente número 2 obtenido por medio del sorteo y se le sumó el intervalo obtenido (2) para conformar la muestra. Así:  $2+2=4$ ;  $4+2=6$ ; y así sucesivamente.

## **SECTOR ADMINISTRATIVO.**

Se tomó la tercera persona, obtenida por medio del sorteo y así se comenzó a conformar la muestra de este sector y el siguiente elemento de la muestra se obtuvo sumándole el intervalo obtenido (2) . Así  $3+2=5$ ; y así sucesivamente hasta completar la muestra.

## **SECTOR ESTUDIANTIL.**

Se inició con el primer estudiante que se obtuvo por medio del sorteo y luego se le sumó el intervalo correspondiente, que es de 10, para conformar la muestra. Así  $1+10=11$ ;  $11+10=21$ ; y así sucesivamente.

## **7.3. METODOS.**

### **7.3.1. METODOS DE INVESTIGACIÓN.**

En esta investigación se utilizaron los métodos generales de la investigación como son: analítico, sintético, deductivo y el método de laboratorio: espectrofotometría en dos longitudes de onda.

## **METODOS GENERALES DE INVESTIGACION.**

- **ANALÍTICO:** Porque se dividió, enumeró y clasificó a cada una de las partes y elementos que conforman el fenómeno de la determinación de los niveles de carboxihemoglobina en la población en estudio.

- **SINTETICO:** Este se aplicó en el momento que se ordenaron los datos. Al estudiar a la población se proporcionarán los elementos para realizar la síntesis y se examinaron los datos para el rechazo o aceptación de las hipótesis.
- **DEDUCTIVO:** Porque se abordó desde el conocimiento del problema hasta llegar a especificar cada una de las partes que conformaron el estudio.

#### **METODO DE LABORATORIO.**

A partir de este se complementó la investigación para poder dar un diagnóstico de la existencia o no de niveles altos de carboxihemoglobina en la población en estudio.

#### **7.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.**

Para esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas: documental, de trabajo de campo y de laboratorio.

##### **TÉCNICAS DOCUMENTALES.**

- **Documental Bibliográfica:** que permitió la recopilación de datos que fundamentaron el estudio sobre una base teórica, por medio de libros, diccionarios, guías, entre otros.
- **Documental Hemerográfica:** esta facilitó obtener información de documentos, monografías, escritos, tesis, periódicos e internet.

## **TÉCNICAS DE TRABAJO DE CAMPO.**

Se utilizó: la entrevista, por medio de la cual se buscó obtener datos que ayudaron a definir la presencia o no de síntomas o factores predisponentes para la intoxicación por monóxido de carbono.

## **TÉCNICAS DE LABORATORIO.**

Por medio de éstas, se pudo aceptar o refutar las hipótesis planteadas y se complementaron las otras técnicas de investigación utilizadas en el estudio.

Entre las técnicas que se utilizaron están:

- **Técnica de venopunción:** para obtener las muestras de sangre de las personas en estudio (ver Anexo No.10)
- **Técnicas de preparación de reactivos:** es el procedimiento de la elaboración de los reactivos que se utilizaron en la determinación de carboxihemoglobina (ver anexo No.11)
- **Técnica de espectrofotometría en dos longitudes de onda:** Esta se utilizó para medir la concentración de carboxihemoglobina en sangre de la población en estudio (ver anexo No.12).

## **7.5 INSTRUMENTOS.**

Entre los instrumentos que se utilizaron están las fichas bibliográficas, una cédula de entrevista (ver anexo No.13), dirigida a las personas que fueron muestreadas en la comunidad.

Los instrumentos de laboratorio que se utilizaron son todo material, equipo y reactivos que facilitaron la determinación de los niveles de carboxihemoglobina en la población en estudio.

## **7.6 EQUIPO, MATERIAL Y REACTIVOS.**

### **7.6.1. EQUIPO.**

- Spectronic 20
- Balanza Analítica.
- Balanza Semi analítica.
- Balanza Granataria
- Peachímetro.
- Mechero.
- Balones de 1000ml.
- Pipetas de precisión con puntas desechables de 25 $\mu$ l, 200 $\mu$ l.
- Probetas.
- Buretas.
- Cubetas.
- Cronómetro.

### **7.6.2. MATERIALES.**

- Gradillas.
- Descartes.

- Jeringas de 5 cc.
- Tubos de vidrio con anticoagulante.
- Tubos de ensayo de vidrio sin anticoagulante.
- Frascos ámbar para almacenar los reactivos.
- Dispensadores.
- Guantes de protección.
- Algodón.
- Papel parafilm.

### **7.6.3. REACTIVOS.**

- Alcohol.
- Anticoagulante EDTA. (1.5. mg/ml).
- Buffer Fosfato 0.1molar pH 6.85.
- Hidrosulfito de sodio.
- Solución diluyente para carboxihemoglobina.
- Agua destilada (grado reactivo II).

### **7.7. PROCEDIMIENTO.**

El estudio se realizó en un período de 8 meses, partiendo desde la planificación hasta la elaboración del informe final.

La investigación comprendió dos fases.

La primera en donde se determinó el tema y se planificó el proceso de investigación.

La segunda permitió la ejecución de la investigación, en la cual se realizó el muestreo en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, este se desarrolló en un período de tres meses desde enero a marzo de 2004.

La elaboración de los reactivos se realizó en el Laboratorio de la Sección de Química de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

La toma de las muestras de sangre se efectuó por la mañana, no necesariamente en ayunas. Se utilizaron jeringas descartables y a cada persona se le extrajo 5 ml. de sangre por venopunción con previa asepsia. Se colocó la sangre en un tubo de vidrio con anticoagulante (EDTA), se mezcló y rotulado adecuadamente. Las muestras fueron transportadas al laboratorio del Hospital Nacional San Pedro de la ciudad de Usulután; donde se procesaron y se determinaron los niveles de carboxihemoglobina en la población en estudio. Por medio de una fórmula matemática que relaciona las dos longitudes de onda (ver anexo No. 14.) en la que se lee el complejo formado; seguidamente se procedió a la entrega de resultados de la determinación de carboxihemoglobina a cada persona que se le realizó la prueba (ver anexo No.15).

Una vez obtenida esta información se procedió a la tabulación e interpretación de los datos, utilizando el programa EPIINFO Versión 6.04D y EXCEL2000; lo cual permitió la elaboración de conclusiones y aceptar en algunos casos y rechazar en otros, las hipótesis planteadas.

## 8. RESULTADOS.

En la investigación realizada de enero a marzo de 2004, se analizan los datos correspondientes a la determinación de la concentración de carboxihemoglobina en la comunidad de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Para la interpretación de los resultados se realizó un análisis de frecuencia y dicotómico (tabla tetracóricas en algunos casos), orientando a medir la fuerza de asociación entre la contaminación provocada por la zafra y las alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina.

Así mismo, se emplea la Razón de Riesgo (RR) con límites de confianza (LC) del 95% para la demostración de la fuerza de asociación. Paralelamente, los valores de  $P$ , permiten aceptar o rechazar las hipótesis planteadas; siguiendo los parámetros siguientes;

- RR = incluida entre los LC.
- LC = 95%.
- IC = que excluyan la unidad.
- $P$  de Yates = menor que el 5% (error máximo permisible) para la significancia estadística.

Al cumplir estos requisitos o parámetros se comprueba que la asociación entre las variables no es el azar y que sí existe una verdadera asociación causa-efecto.

Las preguntas de la cédula de entrevista investigan el tiempo y lugar de permanencia de los diferentes miembros de la comunidad que conforman la muestra; si fuman o no, si padecen de enfermedades respiratorias y si los síntomas se ven incrementados o no con la época de la zafra.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN EN EL ANÁLISIS.**

- De las 490 muestras tomadas de la población total de la comunidad universitaria (FMO), en las hipótesis específicas se excluyen a los fumadores, por que ya es comprobado que existe una verdadera asociación entre el fumar y las concentraciones altas de carboxihemoglobina; por lo que se elimina esta variable desconcertante, para darle una mayor validez al estudio.
- Se considera que los niveles de carboxihemoglobina son normales, si son iguales o menores al 3.5% y se consideran anormales a concentraciones mayores al 3.5%; se consideraron estos rangos de referencia porque la Facultad Multidisciplinaria Oriental es una zona semi-urbana.

Los resultados fueron los siguientes:

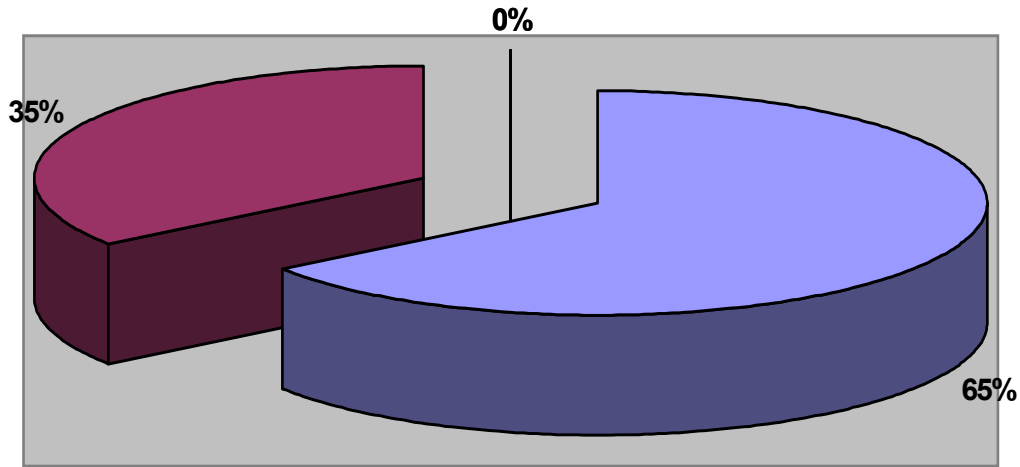


**CUADRO No.1. FRECUENCIA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LA POBLACIÓN DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL EN EL PERIODO DE ZAFRA COMPRENDIDO DE ENERO A MARZO 2004.**

<b>RESULTADO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>ANORMAL</b>	318	64.90%
<b>NORMAL</b>	172	35.10%
<b>TOTAL</b>	490	100.00%

FUENTE: Análisis de Laboratorio.

**GRAFICO No.1. PORCENTAJE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LA POBLACIÓN DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, EN EL PERIODO DE ZAFRA COMPRENDIDO DE ENERO A MARZO 2004.**



## **ANÁLISIS.**

En el cuadro y gráfico No.1; se plasma la frecuencia y el porcentaje de los resultados anormales y normales de la determinación de los niveles de carboxihemoglobina en la población en estudio; se observa que de 490 personas, 318 (64.9%) son resultados anormales y 172 (35.1%) resultados normales de concentración de carboxihemoglobina, representando así el 100%.

## **INTERPRETACIÓN:**

Los resultados anormales de las muestras tomadas en el período de zafra tienen la frecuencia y el porcentaje mayor, que se ve reflejado en el gráfico No.1 y el porcentaje menor los resultados normales. Demostrándose que la causa en las alteraciones de la concentración de carboxihemoglobina es la contaminación liberada por el Ingenio; por lo que se acepta la hipótesis general de trabajo, en donde se afirma que “El incremento de los niveles de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, se debe a la contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique”.

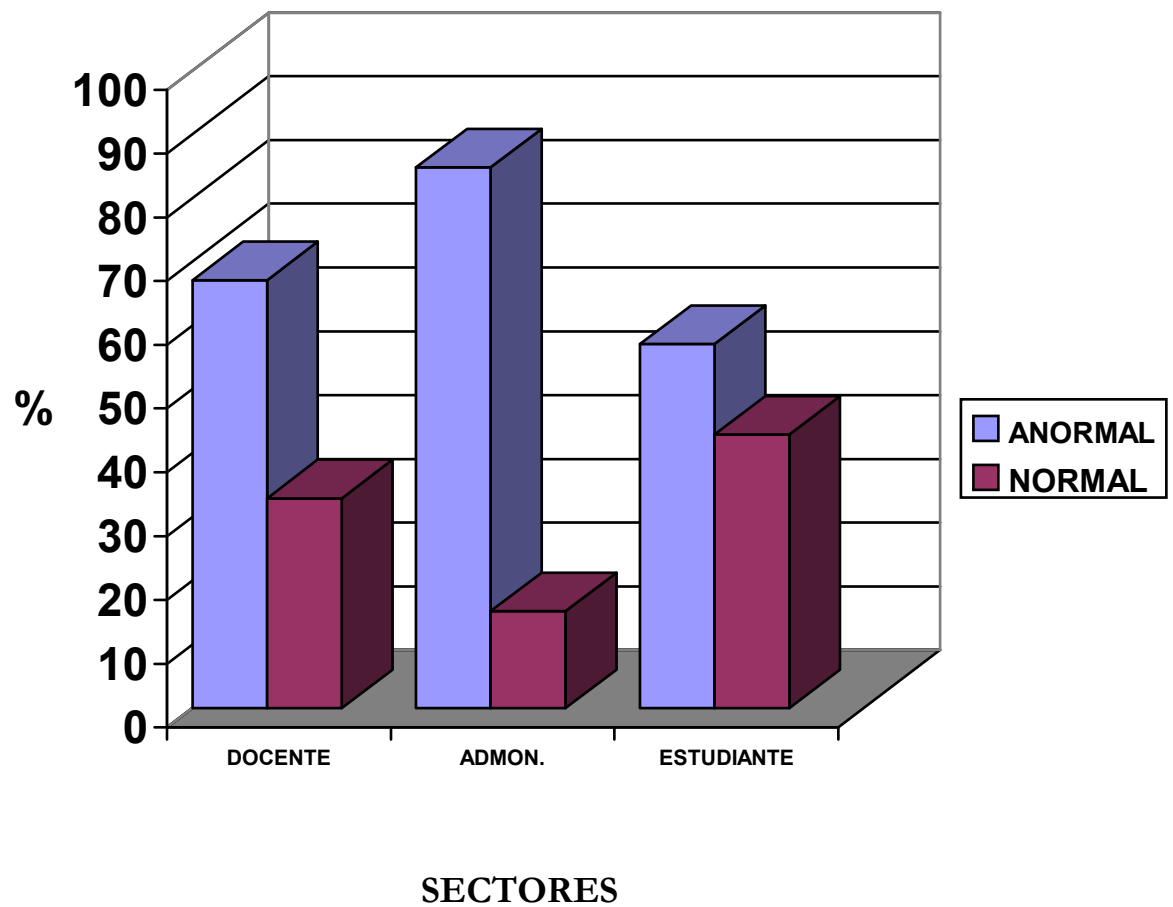
**CUADRO No.2. COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA NORMAL Y ANORMAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LOS DIFERENTES SECTORES EN QUE ESTA DIVIDIDA LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**

SECTOR	CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA					
	ANORMAL	%	NORMAL	%	TOTAL	%
<b>DOCENTE</b>	55	67.1	27	32.9	82	18.20
<b>ADMINISTRATIVO</b>	39	84.8	7	15.2	46	10.20
<b>ESTUDIANTIL</b>	184	57.1	138	42.9	322	71.60
<b>TOTAL</b>	278	61.8	172	38.2	* 450	100.00

FUENTE: Resultados de Laboratorio.

\* Se excluyeron a los fumadores de la muestra total (40 fumadores).

**GRAFICO No.2: COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE LOS RESULTADOS NORMALES Y ANORMALES DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LOS DIFERENTES SECTORES EN QUE ESTA DIVIDIDA LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**



## **ANÁLISIS.**

En el cuadro y gráfico No.2: se reflejan los datos de personas del sector docente, administrativo y estudiantil que presentaron resultados normales y anormales en la determinación de la concentración de carboxihemoglobina en sangre, en el cual se puede observar que de una muestra total de 450 personas, excluyendo a las 40 personas fumadoras, porque se consideran variable desconcertante; el 61.8%(27 personas) presentan resultados anormales en comparación con un 38.2% (172 personas) que obtuvieron concentraciones normales. De los resultados del sector docente 55 (67.1%) son resultados anormales y 27 (32.9%) normales; conformando así un 18.2% de la muestra total (450 personas); mientras que para el sector administrativo de 46 (10.2%) resultados; 39 (84.8%) son resultados anormales y 7(15.2%) son normales. Asimismo el sector estudiantil que representa el 71.6% (322 personas) de la muestra total; 184 (57.1%) obtuvieron resultados anormales y 138 (42.9%) resultados normales.

## **INTERPRETACIÓN.**

Según los resultados obtenidos se puede observar que el sector administrativo muestra un mayor porcentaje de resultados anormales seguido del sector docente y estudiantil, por las condiciones ambientales en que se desenvuelven las personas del sector administrativo, el tiempo y lugar de mayor permanencia. Por lo anterior se acepta la hipótesis de trabajo que: dice “El personal administrativo de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, es el grupo más vulnerable a la contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique”.

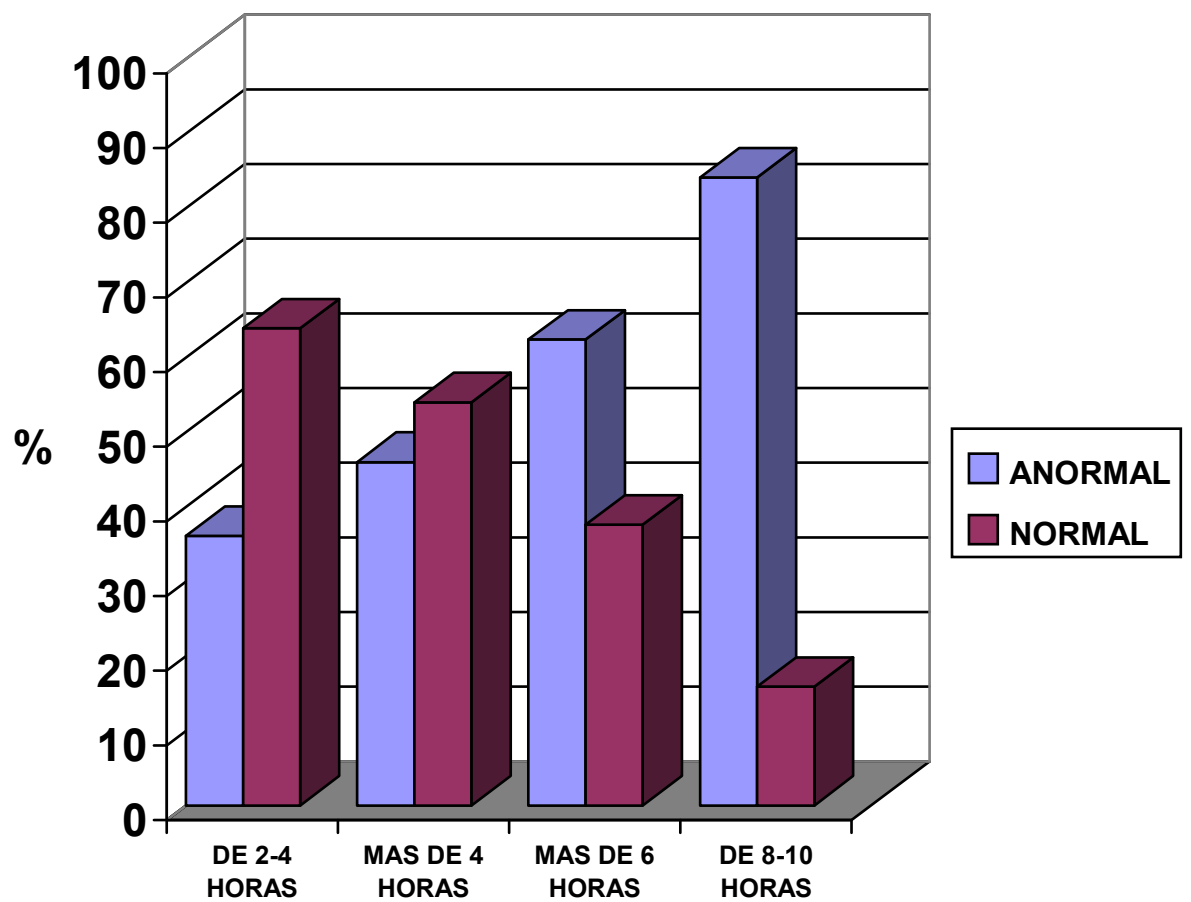
**CUADRO No.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA COMPARADOS CON EL TIEMPO DE PERMANENCIA EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**

TIEMPO	CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA					
	ANORMAL	%	NORMAL	%	TOTAL	%
DE 2-4 HORAS	13	36.1	23	63.9	36	8.00
MAS DE 4 HORAS	23	46.0	27	54.0	50	11.10
MAS DE 6 HORAS	184	62.4	111	37.6	295	65.60
DE 8-10 HORAS	58	84.1	11	15.9	690	15.30
<b>TOTAL</b>	278	61.8	172	38.2	450*	100.00

FUENTE: Resultados de laboratorio y de la cédula de entrevista.

\* Se excluyeron los fumadores

**GRAFICO No.3. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE CARBOXIHEMOGLOBINA DEPENDIENDO EL TIEMPO DE PERMANENCIA EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**





## **ANÁLISIS.**

En el cuadro N°.3; se reflejan los resultados obtenidos tanto anormales como normales, comparándolos con el tiempo de permanencia de la población, en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, el cual nos muestra que de 36 personas que permanecen de 2-4 horas, 13 (36.1%) resultaron anormales y 23 (63.9%) normales. De 50 personas muestreadas manifiestan permanecer más de 4 horas en la comunidad de las cuales 23 (46.0%) presentan resultados anormales y 27 (54.0%) normales; los que permanecen más de 6 horas son 295 personas, donde 184 (62.4%) muestran resultados anormales y 111 (37.6%) normales; de 69 personas que permanecen de 8-10 horas, 58 (84.1%) presentan resultados anormales y 11 (15.9%) normales.

**CUADRO No.4. COMPARACION DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA DE LAS PERSONAS QUE PERMANECEN DE 8-10 HORAS EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**

TIEMPO	CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA					
	ANORMAL	%	NORMAL	%	TOTAL	%
DE 8-10 HORAS						
SI	58	84.1	11	15.9	69	15.3
NO	220	57.7	161	42.3	381	84.7
<b>TOTAL</b>	278	61.8	172	38.2	450*	100

**FUENTE:** Resultados obtenidos utilizando la cédula de entrevista y Método de Laboratorio.

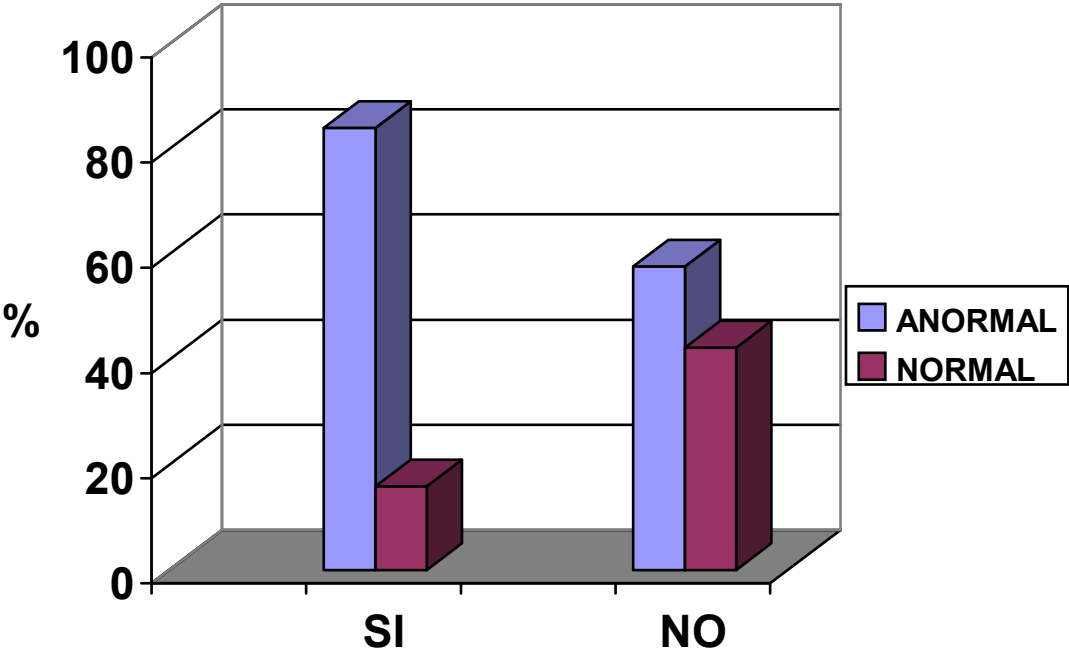
\* Se excluyeron los fumadores.

Razón de Riesgo = 1.41

Límites de Confianza = 1.27 – 1.66

P de Yates = 0.00006

**GRAFICO No.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE CARBOXIHEMOGLOBINA DE LAS PERSONAS QUE PERMANECEN DE 8-10 HORAS EN LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**



## **ANÁLISIS.**

El cuadro No.4 muestra la frecuencia y el porcentaje de los resultados anormales y normales de la concentración de carboxihemoglobina en relación con el tiempo de permanencia en las instalaciones de Facultad Multidisciplinaria Oriental; el cual nos muestra que de 69 personas que permanecen de 8 a 10 horas, el 84.1% (58 personas) presentaron resultados anormales y el 15.9% (11 personas) se encontraron dentro de los rangos normales, representando así el 100% de las personas que pasan en ese período de tiempo. De un total de 450 muestras, 381 personas no permanecen de 8 a 10 horas, de las cuales 220 (57.7%) presentaron resultados anormales y 161 personas (42.3%) resultados normales.

## **INTERPRETACIÓN.**

En los cuadros y gráficos No. 3 y 4 se puede apreciar que el mayor porcentaje en los resultados anormales de la concentración de carboxihemoglobina, se ven en las personas que permanecen mayor tiempo en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, observándose así que los resultados anormales van en orden creciente y los normales en forma decreciente de acuerdo a que: “ a mayor tiempo de permanencia, mayor riesgo de presentar alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina”; es decir que el menor porcentaje de los resultados anormales se ve en las personas que pasan de 2-4 horas (36.1%); y el mayor porcentaje en los que permanecen de 8-10 horas (84.1%).

Dentro de las personas que permanecen de 8-10 horas la prueba de hipótesis utilizada demuestra que la razón de riesgo es de 1.41 y los intervalos

de confianza excluyen la unidad, demostrando que el tiempo de exposición a la contaminación producida en el tiempo de zafra, no se debe al azar y para comprobar esto, se utilizó la  $P$  de Yates que es igual a 0.00006, siendo menor de 0.05; por lo que hay significancia estadística y se acepta la hipótesis de trabajo que dice: “El tiempo de exposición a la contaminación producida por la zafra del Ingenio Chaparrastique, es el factor de riesgo que propicia alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina en la población en estudio”.

**CUADRO No.5. RELACION DEL INCREMENTO DE LOS SÍNTOMAS RESPIRATORIOS CON LA CONCENTRACIÓN OBTENIDA DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LA POBLACIÓN EN ESTUDIO.**

SINTOMAS	RESULTADOS					
	ANORMAL	%	NORMAL	%	TOTAL	%
INCREMENTO DE LOS SÍNTOMAS	200	96.6	108	99.1	308	97.5
NO INCREMENTO DE LOS SÍNTOMAS	7	3.4	• 1	0.9	8	2.5
TOTAL	207	65.5	109	34.5	316*	100.0

FUENTE: Datos obtenidos de la cédula de entrevista y resultados del método de laboratorio.

\* El total es representado por 316 personas, porque son excluidos los fumadores y las personas que no padecen de problemas respiratorios.

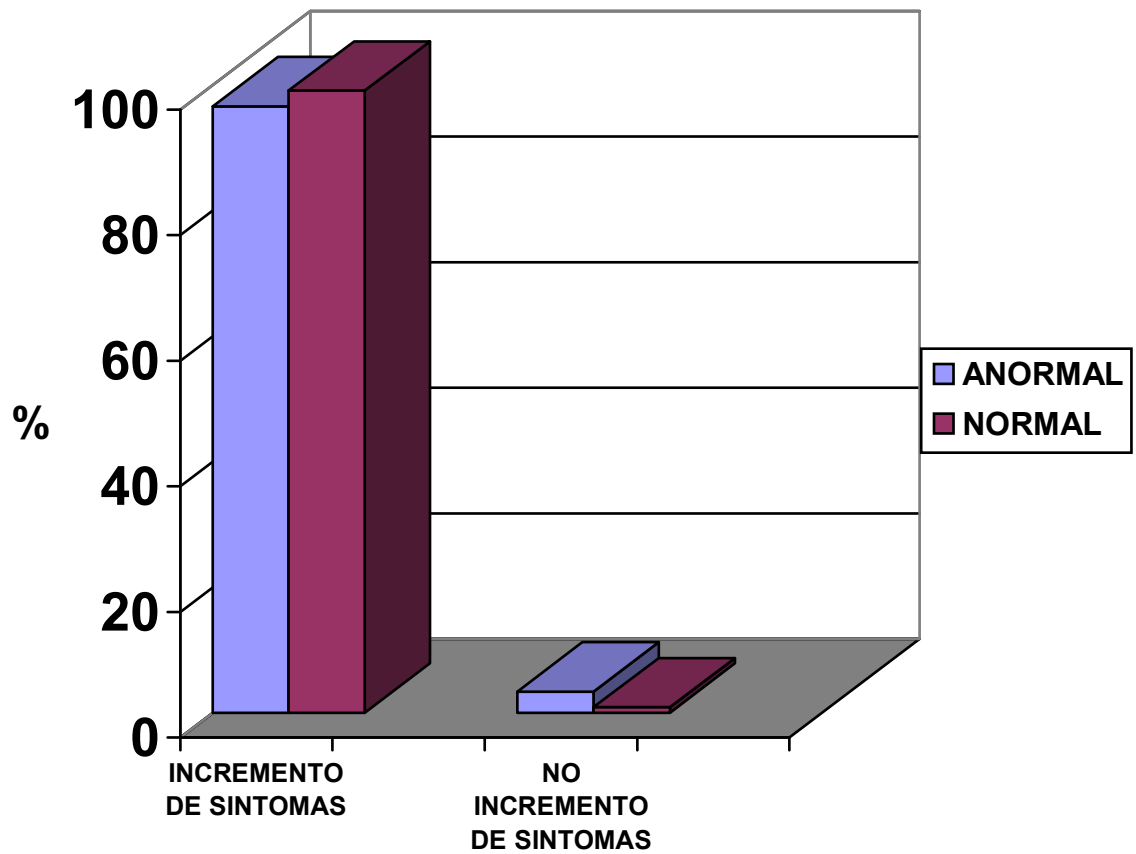
- Debido a que este elemento es menor que 1 se utiliza para la prueba de hipótesis el Test de Fisher de una cola.

Razón de Riesgo = 0.98.

Límites de Confianza = 0.95 <RR < 1.01

Test de Fisher de una cola = 0.17

**GRAFICO No.5. INCREMENTO DE LOS SÍNTOMAS RESPIRATORIOS EN RELACION AL RESULTADO OBTENIDO EN LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LA POBLACIÓN EN ESTUDIO.**



## **ANÁLISIS.**

El cuadro y gráfico N°.5, tiene implícito las 316 personas que padecen problemas respiratorios de los cuales 207 (65.5%) presentan resultados anormales y 109 (34.5%) poseen resultados normales.

Un 97.5% de la población (308 personas) manifiestan que durante el período de la zafra sufren incremento de los síntomas respiratorios y un 2.5% (8 personas) no ven incremento de sus síntomas.

De las personas que ven incrementados sus síntomas (308 personas); 200 poseen alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina y 108 no los ven alterados. Así mismo de las 8 personas que no ven incremento de los síntomas que poseen alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina y 1 no.

## **INTERPRETACIÓN.**

Los resultados analizados anteriormente reflejan que un 96.6% de las personas que arrojan concentraciones anormales de carboxihemoglobina manifiestan un aumento en los síntomas respiratorios; pero de las personas con niveles de carboxihemoglobina dentro de los rangos normales y que manifiestan aumento de los síntomas, el porcentaje es de 99.1%. Además, de la prueba de hipótesis utilizada demuestra que la razón de riesgo es de 0.98 y los intervalos de confianza no excluyen la unidad; demostrando que el incremento de los síntomas respiratorios en la época de la zafra, se debe al azar y para comprobar esto se utilizó el test de Fisher de una cola que es igual a 0.17 (porque un elemento de la tabla tetracórica es menor que 5) que es mayor



de 0.05; por lo que no hay significancia estadística; por lo que se rechaza la hipótesis específica No.3 y se acepta la hipótesis nula que dice: “El aumento de los síntomas de las enfermedades respiratorias, no son la principal consecuencia de estar expuesto al monóxido de carbono producido por la contaminación que causa el ingenio Chaparrastique”.

## 9. DISCUSION.

La comunidad universitaria de la Facultad Multidisciplinaria Oriental se dividió en 3 sectores; facilitando así la ejecución de la investigación. La determinación de la concentración de carboxihemoglobina en los diferentes sectores, están relacionada con los factores predisponente; como el tiempo y lugar de mayor permanencia; el hábito de fumar y su frecuencia el padecer de problemas respiratorios y el incremento de los síntomas en la época de zafra.

El sector 1 (Docente) es uno de los sectores que se encuentra menos predispuestos a la contaminación liberada por el ingenio; lo cual puede deberse a las condiciones en que permanecen durante su período de trabajo dentro de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

El sector 2 (Administrativo), este es uno de los sectores más vulnerables a la contaminación ocasionada por la zafra; ya que estos permanecen en diferentes condiciones según su área de trabajo como; ambientes cerrados, ventilados, o con aire acondicionado; por lo que estos muestran el mayor porcentaje de resultados anormales (84.8%); porque permanecen mayor tiempo en las instalaciones de la comunidad en estudio.

En el sector 3 (Estudiantes) la población es mayor y el tiempo de permanencia es variable ; por lo que al igual que el sector 2 tiene un alto factor de riesgo para sufrir alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina.

Los resultados obtenidos demuestran que de 490 muestras analizadas, 318 (64.9%) presentaron resultados anormales; lo cual indica que el ingenio Chaparrastique es una fuente de contaminación ambiental.

Se ha observado que uno de los factores que propician alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina, es el tiempo de exposición a la zafra. Comprobándose a través de la prueba de hipótesis utilizada. A mayor tiempo de permanecer en contacto con el monóxido de carbono hay una mayor susceptibilidad a sufrir alteraciones.

El hecho de padecer de enfermedades respiratorias y tener resultados anormales; no significa que se ven incrementado los síntomas; si no más bien el estar expuesto al monóxido de carbono libre en el ambiente, el cual se comprobó con la prueba de hipótesis utilizando el test de fisher de una cola.

## 10. CONCLUSIÓN.

En base al estudio realizado se concluye que:

- Los factores que intervienen en la determinación de carboxihemoglobina se divide en dos:
  1. FACTORES AMBIENTALES, el tiempo y lugar de permanencia influyen en los resultados porque se demostró que el mayor porcentaje de resultados anormales se observan en las personas que pasan mayor tiempo en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
  2. EL HABITO DE FUMAR, el individuo permanece en contacto directo y permanente con el monóxido de carbono liberado por el cigarrillo, alterando así la concentración de carboxihemoglobina en sangre.
- Se analizaron 490 muestras de sangre con su respectiva entrevista de los diferentes sectores de la población en estudio, encontrándose un 64.9% de resultados anormales, lo que demuestra un alto índice de contaminación causada por la zafra liberada por el Ingenio Chaparrastique, comprobándose así la hipótesis general planteada por el grupo investigador.
- Debido al poco conocimiento de esta intoxicación, los síntomas son confundidos con los de otras enfermedades; por lo que son tratados

inadecuadamente. Además no se le presta la atención apropiada a esta fuente de contaminación.

- La población de la comunidad en estudio desconoce el riesgo que significa la presencia de monóxido de carbono en el medio ambiente; ya que resulta difícil relacionarlo como causante de intoxicación.
- Debido a la poca colaboración de algunas personas del sector docente, se prolongó el proceso de muestreo, una semana más del tiempo estipulado.
- Otra limitante encontrada para la realización de esta investigación fue la finalización temprana del ciclo II año 2003 y el inicio tardío del período de la zafra; por lo que no se inició la toma de muestra en el tiempo propuesto.

## 11. RECOMENDACIONES.

Con lo anterior queda demostrado que la comunidad universitaria de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Ciudad de San Miguel; es una zona de contaminación ambiental provocada por el Ingenio Chaparrastique; a través de la liberación de elementos tóxicos como monóxido de carbono (hollín), por lo que es aconsejable que dicha comunidad y otras en condiciones parecidas tomen las medidas para evitar la contaminación, por tal razón nos permitimos recomendar lo siguiente:

- 1- Al Ministerio de Medio Ambiente; se le sugiere formar una comisión perenne de vigilancia de ingenios que elabore estatutos necesarios para minimizar la contaminación ambiental.
- 2- A la Universidad de El Salvador en conjunto con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; realizar estudios clínicos a los miembros de la comunidad afectada (Facultad Multidisciplinaria Oriental) para disminuir la contaminación.
- 3- Al Director Ejecutivo del ingenio Chaparrastique; ponga en práctica el tratamiento adecuado a las calderas y revisar continuamente los filtros de las chimeneas, a manera de minimizar la proliferación del contaminante tóxico.
- 4- Al Ministerio de Medio Ambiente, exigir a los ingenios usar filtros en las chimeneas donde se libera el humo.
- 5- A las Cooperativas Cañeras y Productores Individuales les recomendamos el cultivo y procesamiento de zafra en lugares donde no existan comunidades pobladas.

- 6- A la comunidad universitaria de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, darle seguimiento a esta investigación realizando estudios prospectivos, retrospectivos y comparativos.
- 7- Al Ministerio de Salud que brinde a la población información necesaria sobre la intoxicación por monóxido de carbono.
- 8- Al Ministerio de Transporte se le sugiere se realice la prueba de SMOG que pongan en práctica las sanciones a todas las unidades de transporte que contaminan.

## BIBLIOGRAFÍA.

### LIBROS.

1. ANGEL M. Gilberto y R. Mariano. Interpretación Clínica del Laboratorio. 5ta. Edición, Medica Panamericana, Bogotá, 1998, Págs. 664.
2. BONILLA, Gidalberto. Estadística. UCA, Editores, El Salvador. 1989. Págs. 413.
3. BONILLA, Gidalberto. Cómo Hacer una Tesis de Graduación con Técnicas Estadísticas. 3ra. Edición, UCA. El Salvador, 1998; Págs. 343
4. BORRERO, Jaime y RESTREPO, Jorge. Fundamentos de Medicina. Hematología. 4ta. Edición, Comparación para investigación biológica. Meddlin Colombia 1994, Págs. 395.
5. CANALES, Francisca de Alvarado y otros. Metodología de la Investigación. Manual para el Desarrollo del Personal de Salud OPS.1986. Págs.- 327.
6. COPESA. “Icarito la Tercera”. Enciclopedia Virtual: Red Terra New Yorks. sf. Págs. 3.



7. GANONG, F William. Fisiología Médica. Undécima Edición. El Manual Moderno. S.A. de C.V. México. D.F. 1988. Págs. 692.
8. HENRY, Jhon Bernard. Diagnóstico y Tratamiento Clínico por el Laboratorio. Novena Edición. Syracuse, New York. Ediciones Científicas y Técnicas, S.A. SALVAT MEDICINA, Sf. Págs. 1,200.
9. LYNCH, Mathew y STANLEY, Raphael, Métodos de Laboratorio 2da. Edición, Interamericana, México D.F. 1972, Págs. 343.
10. LAWRENCE. J. Pesee y KAPLAN. A. Química Clínica Métodos. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, sf, Págs. 1380.
11. MOREAL, José Luis y Otros. Diccionario Enciclopédico. OCÉANO Grupo Editorial, Barcelona – España, Pág. 1784.
12. MUÑOZ CAMPOS, Roberto O. Guía para Trabajos de Investigación. Editorial Publitex. San Salvador. 2da. Edición. 1991. Págs. 275.
13. ORTIZ URIBE, Frida Gisela y GARCIA NIETO, María del Pilar. Metodología de la Investigación el Proceso y sus Técnicas. Limusa Noriega Editores, España, sf, Págs. 179.
14. PAGANA, Karuleen Deska, y PAGANA, Timothy James MD, FACS. Guía de Pruebas Diagnóstica y de Laboratorio. 5ta. Edición, Editorial Uarcourt, Madrid España, 2001, Págs. 984.

15. PEREZ, Ramón Alberto. Metodología de la Investigación Científica.  
Primera Edición, Trillas, México, D.F. 1991. Págs. 111.
16. ROJAS SORIANO, Raúl. Guía para Realizar Investigaciones Sociales.  
Dirección General de Publicaciones Universitarias, Autónoma de  
México, D.F. 1982. Págs. 274.
17. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, Técnicas de Investigación.  
Editorial Universitaria. El Salvador. 1996. Págs. 103.

#### **OTROS.**

1. ANÓNIMO. “Aire Puro”. Artículo, s.f, s.e, págs. 7.
2. ANÓNIMO. “Contaminación Ambiental” Artículo. s.f, s.e, págs. 2.
3. ASOCIACIÓN Azucarera. “La Agroindustria Azucarera y sus  
Perspectivas”. Artículo. E.S. sf, se, págs. 12.
4. BERNAL, Sonia. “Zafra; Provoca el Deterioro del Aire”. Artículo.  
El Diario de Oriente. sf, San Miguel. E.S.
5. BERNAL, Sonia. “Ante Contaminación Ambiental”. Artículo. El  
Diario De Hoy E.S. Págs. 2.
6. DISCLAMER, University of UTA Health Sciences Center “La

Medicina del Medio Ambiente” Artículo, mayo de 2001. Págs. 3.

7. ESPINOZA, Oscar. “Zafra Azucarera” Artículo, La Habana.,  
Diciembre 2002-2003. Págs. 3.
8. GARCIA, Jaime. “Monóxido de Carbono Mató a Pareja en Motel” sf.  
El Diario de Hoy. Nacionales. E.S. Págs. 3.
9. GOMEZ, Iván. “Miopía Ambiental”. El Diario de Hoy. Febrero  
de 2000 E.S. Págs. 2.
10. MALDONADO. Mario. “Monóxido de Carbono”. Documento.  
Fundación NEV, s.e, s.f, págs. 8.
11. MIROLI, Alfredo. “Polución en Tucumán”. Artículo Ciudad de Yerba  
Buena Microemitido. Agosto de 2000. Págs. 3.
12. POSADA, Mario. “Salud” Artículo Diario de Hoy. Julio de 2003. Pág.1.
13. POSADA, Marío. “Piden Más Atención a los Contaminantes”.  
Periódico. El Diario de Hoy, San Salvador. E.S. C.A. 23 de julio  
de 2003. Págs. 114.
14. QUE PASA. “El ABC del Gas”. Artículo, Revista Virtual. N°.1477  
Chile, COPESA. S.A., s.f, págs. 40.

15. U.S. Environmental Protection Agency Indoor Air-Publications,  
“Proteja su Vida y la de su Familia Evite el Envenenamiento con  
Monóxido de Carbono”. Artículo. Julio de 1997. sf. E.S. Págs. 4.

# **ANEXOS**

**ANEXO No 1.**  
**MATRIZ DE CONGRUENCIA.**

TEMA: Determinación de la concentración de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental para evaluar los niveles de contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel durante el período de la zafra, comprendido de enero a marzo de 2004.			
PROBLEMA: ¿ Están los miembros de la comunidad de la Facultad Multidisciplinaria Oriental predispuestos a sufrir alteraciones en los niveles de carboxihemoglobina durante el período de la zafra?.			
OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES.
<b>GENERAL:</b> Determinar la concentración de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, para evaluar los niveles de contaminación que causa el ingenio Chaparrastique en el período de la zafra.	<b>GENERAL:</b> El incremento de los niveles de carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, se debe a la contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel durante el período de la zafra comprendido de enero a marzo de 2004.	V.D. El incremento de la concentración de carboxihemoglobina.	Grado de contaminación. Factores predisponentes. Sintomatología. Efectos secundarios.
		V.I. La contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique.	Cantidad de la zafra. Tiempo de duración de la zafra.
<b>ESPECIFICO N°1.</b> Identificar el grupo más vulnerable a la contaminación por la zafra del Ingenio Chaparrastique en la población en estudio.	<b>ESPECIFICA.</b> H1. El personal administrativo de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, es el grupo más vulnerable a la contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique.	V.D. El personal administrativo es el grupo más vulnerable.	Medio ambiente. Tiempo de permanencia en las instalaciones.
		V.I. La contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique.	Tiempo de la zafra. Cantidad de caña de azúcar procesada.

<b>ESPECIFICO N°2.</b> Determinar los factores predisponentes que propician alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina.	H2. El tiempo de exposición a la contaminación producida por la zafra del Ingenio Chaparrastique, es el principal factor que propicia alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina en la población en estudio.	V.D. Tiempo de permanencia en la Facultad Multidisciplinaria Oriental.	Otros factores. Fumar. Problemas respiratorios.
		V.I. La contaminación por la zafra.	Tiempos de la zafra.
<b>ESPECIFICO N°3</b> Reconocer las consecuencias de estar expuesto a la contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique.	H3. Las enfermedades respiratorias son las principales consecuencias de estar expuesto al monóxido de carbono producido por el Ingenio Chaparrastique.	V.I. Enfermedades Respiratorias.	Gripe. Cefalea. Neumonía.
		V.D. La exposición al monóxido de carbono.	La hemoglobina. Calidad de aire que se respira. Niveles de monóxido de carbono en el ambiente.

**ANEXO No 2.**  
**CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL INGENIO**  
**CHAPARRASTIQUE.**



**La figura muestra la liberación del monóxido de carbono en el ambiente durante la zafra (diciembre-marzo).**



**ANEXO No 3.**  
**ELIMINACIÓN DE HUMO CONTAMINADO.**



**En la figura se puede observar el humo liberado a través de las chimeneas del ingenio Chaparrastique.**

**ANEXO No 4.**  
**PROPAGACIÓN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**  
**OCASIONADA POR EL INGENIO CHAPARRASTIQUE.**



**La figura muestra la expansión de la contaminación a las comunidades aledañas.**

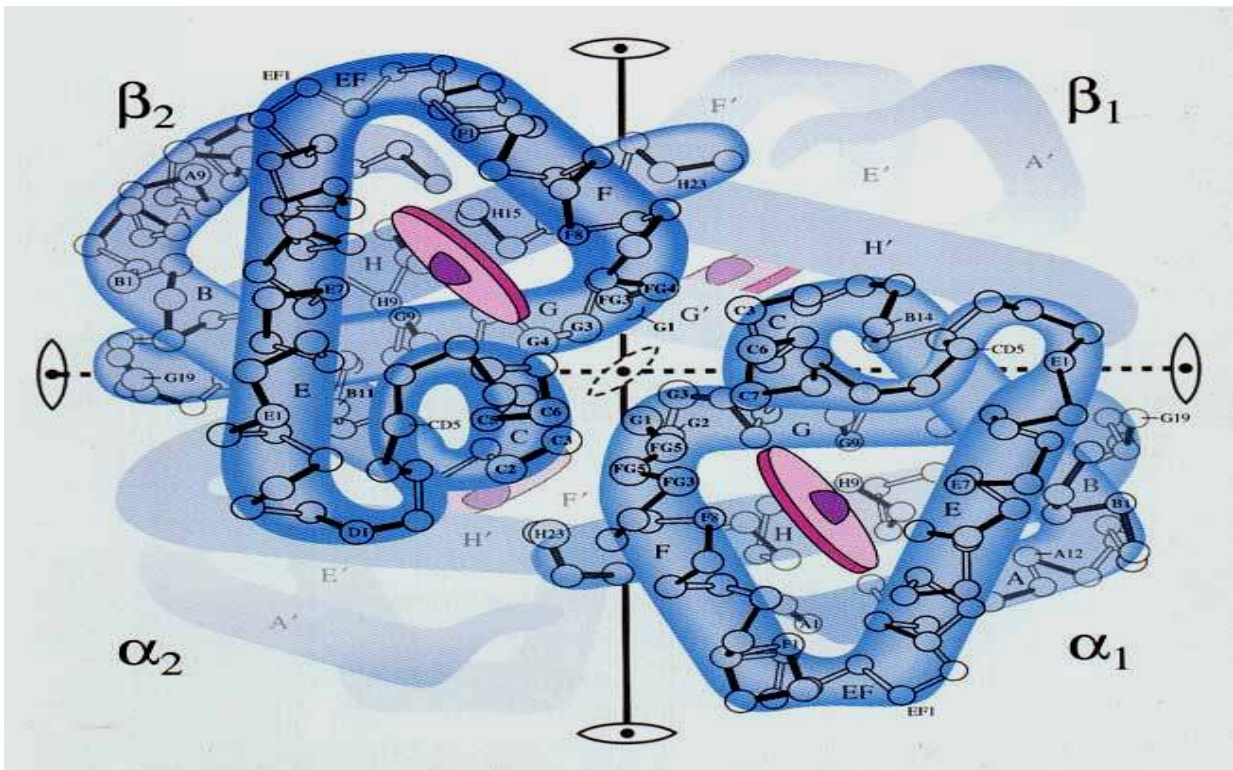
**ANEXO No. 5.**  
**IMPORTANCIA SOCIAL Y ECONOMICA DE LA CAÑA DE**  
**AZUCAR EN EL SALVADOR.**

<b>INGENIO</b>	<b>CAPACIDAD MOLIDA TON / DIA</b>	<b>PARTICIPACIÓN DE MERCADO</b>
Central Izalco.	9.20	26.81%
El Ángel	7.50	16.95%
Chaparrastique	6.00	12.94%
La Cabaña.	5.75	12.05%
Jiboa	5.00	8.96%
San Francisco	3.50	8.62%
Chanmico	4.00	6.52%
La Magdalena	3.50	5.98%
Colima	2.00	1.17%
<b>TOTAL</b>	<b>46.45</b>	<b>100.00%</b>

Producción de azúcar por día de cada ingenio y el porcentaje de venta en el mercado, en el año 2002/2003.

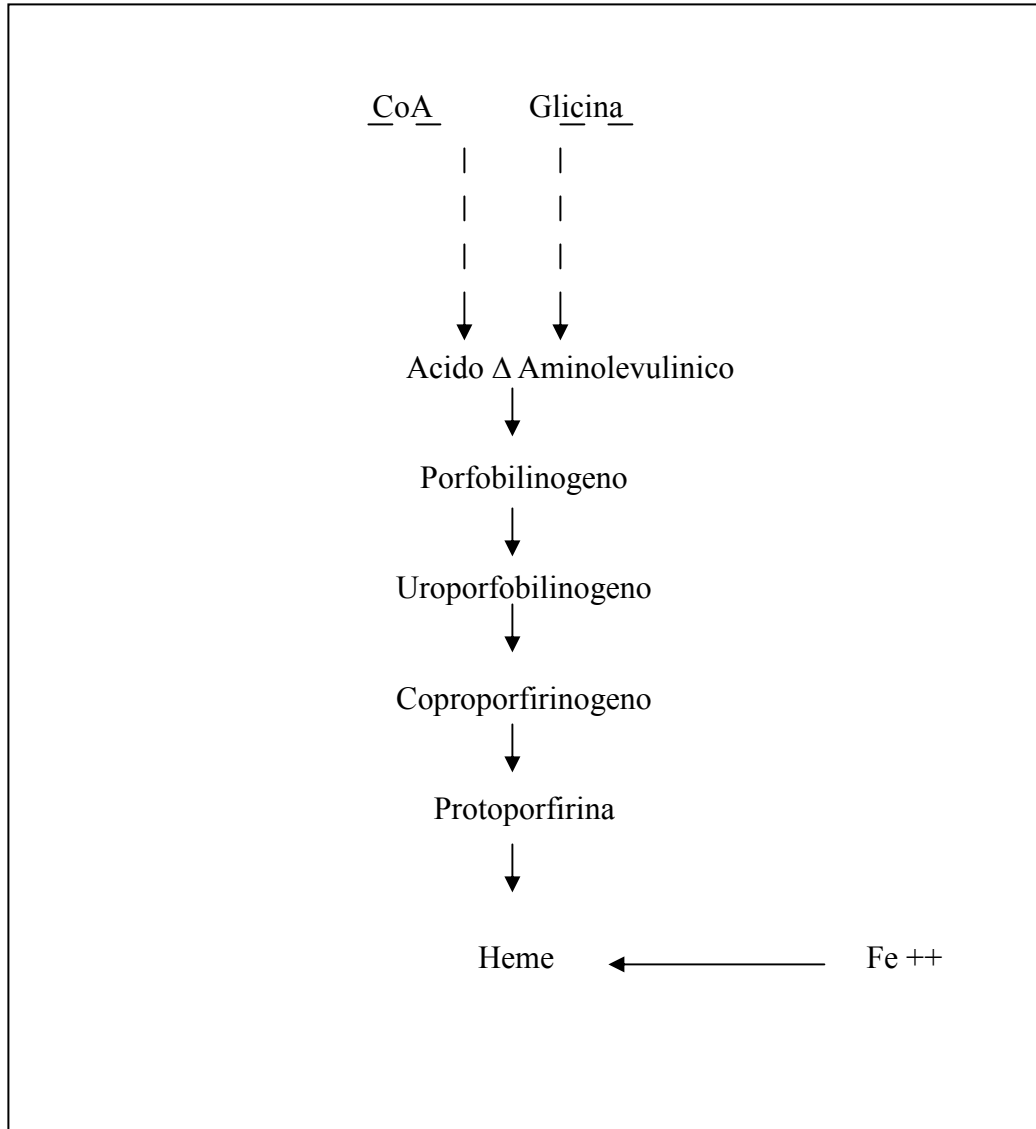
## ANEXO No.6

### MOLÉCULA DE LA HEMOGLOBINA.



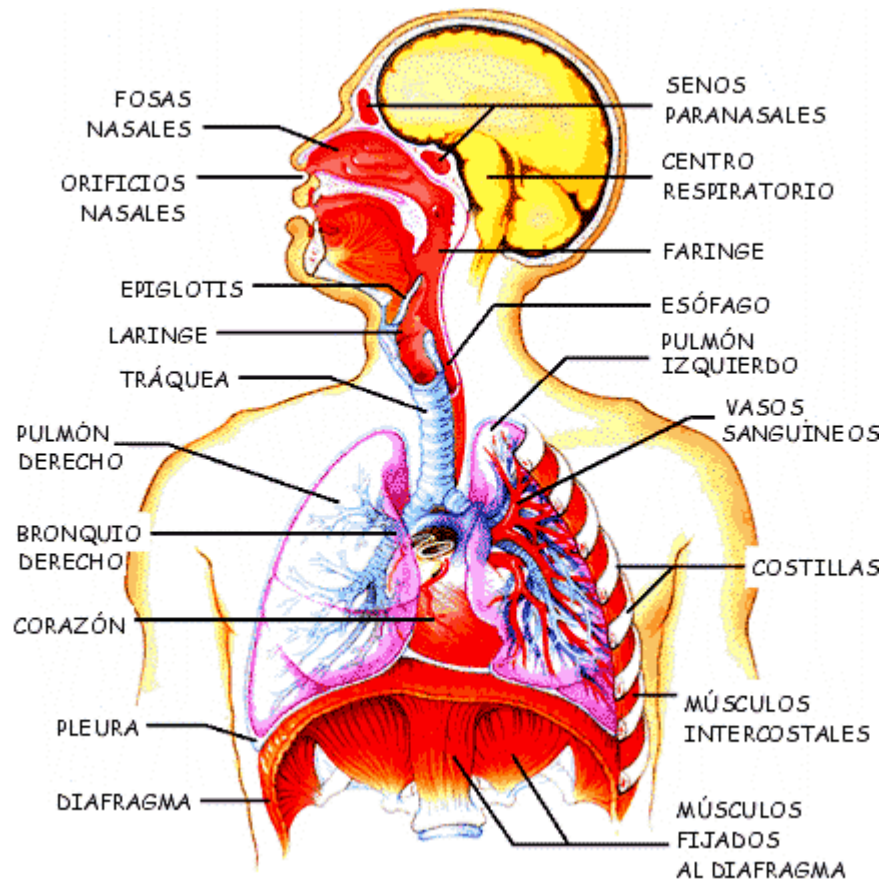
La figura muestra las cadenas polipeptídicas  $\alpha$  y  $\beta$  y los 4 grupos proteicos hem.

**ANEXO No 7.**  
**SECUENCIA PARA LA FORMACIÓN DE LA HEMOGLOBINA.**



El diagrama muestra los diferentes pasos para la formación de una molécula de **Hb**.

**ANEXO No.8**  
**APARATO RESPIRATORIO.**



La figura muestra las vías respiratorias a través de las cuales se inhala el monóxido de carbono.

**ANEXO No 9.**  
**SÍNTOMAS DE LA INTOXICACIÓN POR MONÓXIDO DE**  
**CARBONO.**

<b>PORCENTAJE</b>	<b>SÍNTOMAS</b>
- Menos del 10%	Son asintomáticos
- De 10 – 20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cefalea</li> <li>- Mareos.</li> <li>- Dolor de Cabeza.</li> <li>- Vasodilatación.</li> </ul>
- De 20 – 40%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cefalea.</li> <li>- Debilidad.</li> <li>- Náuseas y vómitos.</li> <li>- Disnea.</li> <li>- Alta visión.</li> <li>- Debilidad.</li> <li>- Pulso acelerado del corazón.</li> </ul>
- De 40 – 60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Convulsiones.</li> <li>- Síncope.</li> <li>- Taquicardia.</li> <li>- Paro cardíaco.</li> <li>- Pérdida de audición.</li> <li>- Visión borrosa.</li> <li>- Desorientación.</li> </ul>
- Más de 60%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de conocimiento.</li> <li>- Coma.</li> <li>- Fallo respiratorio.</li> <li>- Convulsiones.</li> </ul>

Síntomas provocados según el porcentaje del nivel de carboxihemoglobina presente en sangre venosa.

**ANEXO N° 10.**  
**TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DE SANGRE.**

1. El brazo se extiende en línea recta desde el hombro hasta la muñeca de la mano.
2. Se detecta la vena por palpación (cefálica, cubital, radial).
3. La zona que circunda al punto de punción se desinfecta con una torunda de algodón empapada de alcohol. Dejar que la piel se seque al aire.
4. Luego, se aplica un torniquete de goma, 10-15 cm por encima del lugar de punción, para obstruir el retorno de la sangre venosa al corazón y para distender la vena.
5. Se hace una incisión con la aguja y se extrae de 3 a 5 cc de sangre.
6. Extraída esta, se suelta el torniquete y el paciente sujeta fuertemente un algodón sobre el lugar de punción.
7. Se transfiere la sangre con presión suave del embolo de la jeringa, a los tubos con anticoagulante y se mezclan por rotación.



**ANEXO No 11.**  
**TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS.**

**- Buffer  $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$  0.1mol/L, PH 6.85.**

1. Pesar 6.8 g.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  anhidro y disolver en unos 400 ml en agua de grado reactivo.
2. Llevar el volumen a 500 ml y mezclar.
3. Pesar 8.7 g de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  y disolver en unos 400 ml de agua grado reactivo.
4. Llevar al volumen de 500 ml y mezclar.
5. Preparar el buffer de pH 6.85 mezclando cantidades iguales de cada solución y ajustar a pH 6.85 con HCl o NaOH 0.1 M.

Esta solución, reactivo 1 es estable durante dos meses. Controlar semanalmente para detectar desarrollo bacteriano.

**- Solución para Hemólisis.**

Diluir el buffer, reactivo 1, en proporción 1:10 con agua destilada.

**- Solución diluyente para carboxihemoglobina.**

Agregar 20 ml del buffer, reactivo 1, a 25 mg de hidrosulfito de sodio. Preparar esta solución con la mínima introducción de aire. Se tapa y agita por inversión para disolver el hidrosulfito de sodio.

## **ANEXO No 12.**

### **METODO DE LA DETERMINACIÓN DE COHb.**

1. Agregar 25  $\mu$ l de sangre entera con anticoagulante a 3ml de la solución de hemólisis en un pequeño tubo. Mezclar dos o tres veces por inversión. Dejar reposar 5 minutos para asegurar la lisis completa de las células.
2. En una cubeta de vidrio de 1 cm mezclar 0.2 ml del bemolizado obtenido en el paso anterior con 2.3 ml de la solución diluyente para COHb. Cubrir con parafilm e invertir para mezclar. Dejar en reposo de 10 a 60 minutos, pero no más.
3. Leer las absorvancias de la muestra a 420 y 432 nm contra una cubeta de vidrio de 1 cm, pareja con la anterior que contiene la solución diluyente para COHb.
4. Aplicar la fórmula matemática para obtener resultado.

## ANEXO No 13.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA.  
SECCION DE TECNOLOGÍA MEDICA.  
LABORATORIO CLINICO.**

ENTREVISTA DIRIGIDA AL PERSONAL:  1 Docente,  2 Administrativo.  
 3 Estudiantil.  
FECHA: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_

1. ¿ Cuánto tiempo permanece en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental?.

- De 2 – 4 horas.  
 Más de 4 horas.  
 Más de 6 horas.  
 De 8 – 10 horas.

2. Fuma ¿ SI  NO

3 Si fuma con que frecuencia?

- De 1 – 4 cigarrillos.  
 De 5- 10 cigarrillos.  
 Más de 10 cigarrillos.

4. Su lugar de mayor permanencia en la Facultad Multidisciplinaria Oriental es?

- Abierto.  
 Cerrado.

5. Si es cerrado.

- Ventilado.  
 Aire Acondicionado.  
 Otro.

6. Padece de algún problema respiratorio?.

- Sí.  
 No.

7. ¿ Sus síntomas se han visto incrementados en la época de la zafra?

- Sí.  
 No.

## ANEXO No 14.

### APLICACIÓN DE LA FORMULA MATEMÁTICA PARA OBTENER LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA.

1. Se dividen las dos lecturas de la muestra ( $A_1$  420nm/ $A_2$  432nm) para obtener la Absorvancia Relativa (Ar)
2. La concentración de COHb se determinó utilizando la siguiente fórmula.

$$\%X = \frac{(1 - [Ar][f_1]) 100\%}{Ar (f_2 - f_1) - f_3 + 1}$$

Donde:

Ar = Absorvancia Relativa.

$f_1 = 1.3330$

$f_2 = 0.6279$

$f_3 = 1.9939$

%X = Porcentaje de Carboxihemoglobina

$A_{420nm} = 0.663$

$A_{432nm} = 0.819$

Ar = 0.8095

Sustituyendo.

$$\%X = \frac{(1 - [0.8095][1.3330]) 100\%}{0.8095 (0.6279 - 1.3330) - 1.9939 + 10}$$

$$\%X = \frac{0.0791}{1.5649} \times 100$$

**X = 5.05 %.**

**ANEXO No 15.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA.  
SECCION DE TECNOLOGÍA MEDICA.  
LABORATORIO CLINICO.**

**HOJA DE RESULTADO.**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**EDAD :** \_\_\_\_\_ **SEXO:** \_\_\_\_\_ **CODIGO:** \_\_\_\_\_

**CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA.**

---

---

---

---

---

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**F.** \_\_\_\_\_





### ANEXO No 17.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN EL PERSONAL DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y ESTUDIANTIL DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL PARA EVALUAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN QUE CAUSA EL INGENIO CHAPARRASTIQUE EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DURANTE EL PERIODO DE LA ZAFRA COMPRENDIDO DE ENERO A MARZO 2004”.**

TIEMPO	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL		MAYO			
ACTIVIDADES	2003																2004																	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1. Asesorías	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Selección del tema	X																																	
3. Elaboración y entrega del perfil de investigación.		X																																
4. Acopio de información			X	X	X	X	X	X	X	X																								
5. Elaboración del proyecto de investigación.			X	X	X	X	X	X	X	X																								
6. Aprobación del proyecto de investigación.											X																							
7. Ejecución de la investigación.												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
8. Tabulación, análisis e interpretación de los resultados.																											X	X						
9. Elaboración de conclusiones, recomendaciones y propuestas de soluciones a los problemas																														X				
10. Entrega de borrador de tesis.																														X				
11. Incorporación de observaciones.																														X	X			
12. Entrega de Seminario de Graduación.																															X			
13. Defensa																															X	X		



