

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

## FACULTAD DE OBSTETRICIA Y PUERICULTURA



**“EFECTOS MATERNOS EN RATAS *Rattus Norvegicus Var. Wistar* Y SUS CRIAS EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA, AREQUIPA, 2015”**

**TESIS PRESENTADA POR LA  
BACHILLER**

**VANESSA LLANOS CORRALES**

**Para obtener el Título Profesional de:  
Licenciada en Obstetricia**

**Arequipa – Perú**

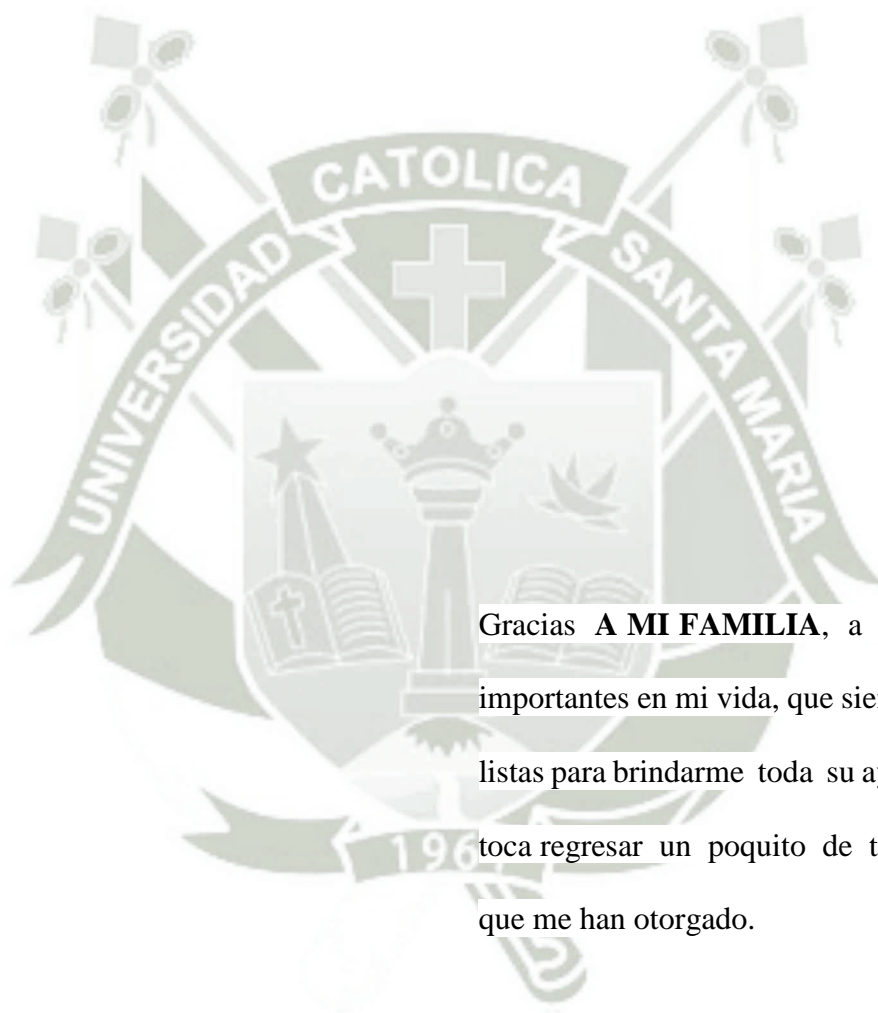
**2015**

## DEDICATORIA

A **DIOS**, que me ha dado la vida y  
fortaleza para terminar esta investigación, y por  
haberme permitido llegar hasta este punto y  
haberme dado salud para lograr mis objetivos,  
además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, **Juan Llanos Paredes** y  
**Roxana Corrales Herrera** quienes me  
dieron vida, educación, apoyo, consejos y  
por estar ahí cuando más los necesité.

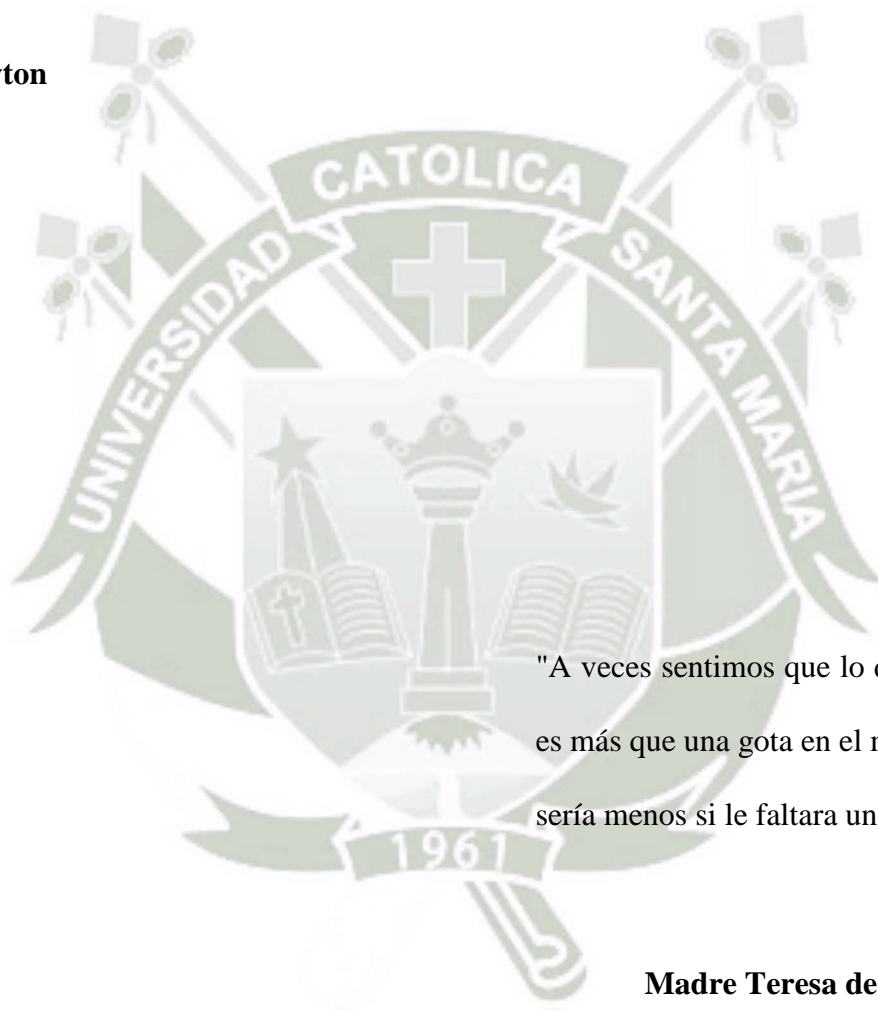
A **Manuel Apaza Hurtado**, por su apoyo  
y ayuda incondicional en los momentos  
más difíciles.



Gracias **A MI FAMILIA**, a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.

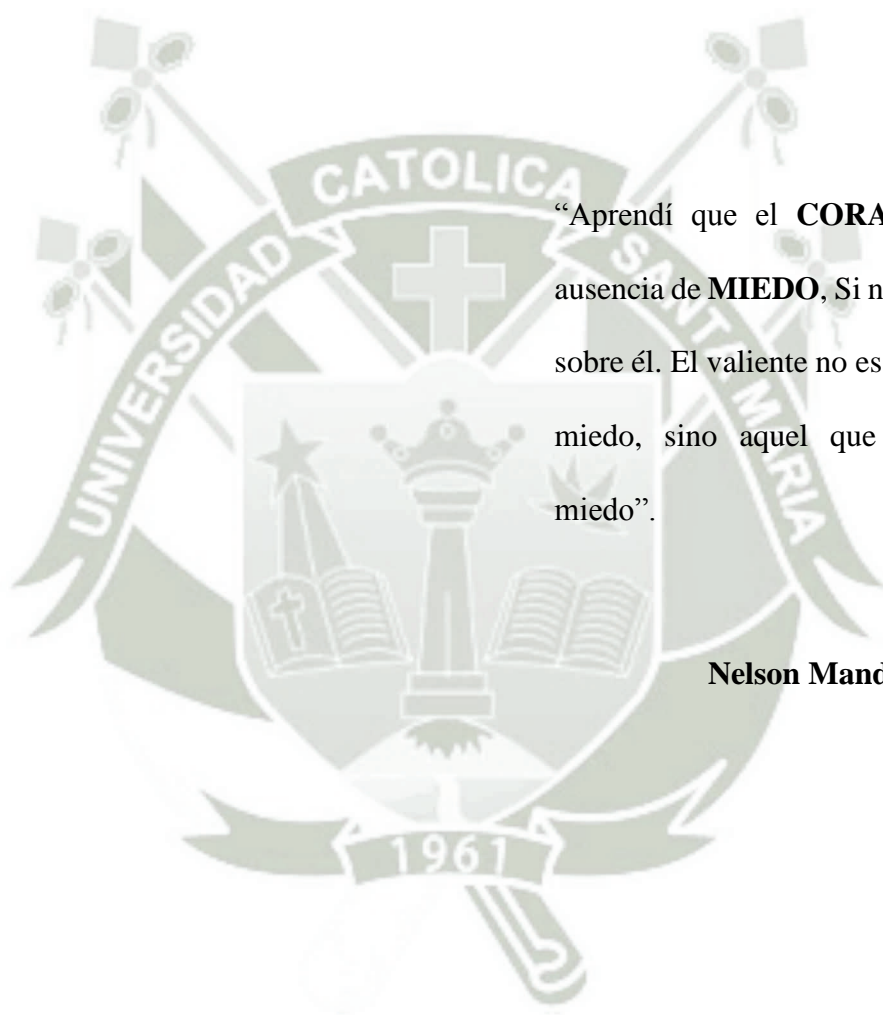
"Lo que sabemos es una gota de agua;  
lo que ignoramos es el océano"

**Newton**



"A veces sentimos que lo que hacemos no  
es más que una gota en el mar. Pero el mar  
sería menos si le faltara una gota".

**Madre Teresa de Calcuta**



“Aprendí que el **CORAJE**, no era la ausencia de **MIEDO**, Si no el **TRIUNFO** sobre él. El valiente no es quien no siente miedo, sino aquel que conquista ese miedo”.

**Nelson Mandela**

## Índice

INTRODUCCION.....	12
-------------------	----

<b>CAPÍTULO I</b> .....	13
<b>I.PLANTEAMIENTO TEORICO</b> .....	14
<b>1.PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	14
<b>1.1.ENUNCIADO</b> .....	14
<b>1.2.DESCRIPCION DEL PROBLEMA</b> .....	14
1.2.1.Área de Conocimiento .....	14
1.2.2.Análisis y Operacionalización de Variables .....	15
1.2.3.Interrogantes básicas.....	16
1.2.4.Tipo de investigación.....	16
1.2.5.Nivel de Investigación .....	16
1.2.6.Justificación .....	17
<b>2.MARCO CONCEPTUAL</b> .....	19
2.1.Concepto: .....	19
2.2.Composición de la Leña: .....	21
2.3.Clasificación de la Leña:.....	24
2.4.Tipos de Leña.....	25
2.5.Combustión de la Leña .....	27
2.6.Uso de Biomasa según estudio de Cocinas Limpias en Junio del 2014 .....	28
2.6.1.En El Mundo:.....	28
2.6.2.En Latinoamérica:.....	28
2.6.3.En el Perú.....	29
2.7.Uso de Biomasa en Perú Según INEI .....	30
2.8.La leña en la cocina .....	33
2.9.Contaminación del aire de interior y salud según la OMS .....	34
2.10.Consecuencias para la salud de contaminación de aire de interior.....	35
2.11.Rattus Norvegicus Wistar .....	36
2.12.Efectos sobre la fisiología reproductora de la hembra.....	36
2.13.Características reproductivas de la hembra: .....	37
2.14.Ciclo Estral de la Rata .....	38
2.15.Signos y Tiempo de una Rata Preñada .....	41
<b>3.ANALISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</b> .....	42
<b>4.OBJETIVOS</b> .....	46
<b>5.HIPOTESIS</b> .....	47
<b>CAPÍTULO II</b> .....	48
<b>II.PLANTEAMIENTO OPERACIONAL</b> .....	48

<b>1.TECNICA, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACION .....</b>	<b>48</b>
<b>2.CAMPO DE VERIFICACION.....</b>	<b>49</b>
2.1.UBICACIÓN ESPACIAL .....	49
2.2.UBICACIÓN TEMPORAL.....	50
2.1.2.Visión temporal.....	50
2.3. UNIDADES EXPERIMENTALES.....	50
<b>3.ESTRATEGIA PARA LA RECOLECCION DE DATOS .....</b>	<b>51</b>
3.1.Organización:.....	51
3.2.Recursos.....	53
3.2.1.Humanos.....	53
3.2.2.Físicos.....	53
3.2.2.1.Materiales .....	53
3.2.2.2.Materiales de Apoyo .....	53
3.2.3. Financieros:.....	54
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>56</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>72</b>
<b>DISCUSION .....</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>
ANEXO N° 1 .....	88
ANEXO N° 2.....	89
ANEXO N° 3.....	91
ANEXO N°4.....	92
ANEXO N°5.....	95
ANEXO N°6.....	96
ANEXO N°7.....	97
ANEXO N° 8.....	105

## RESUMEN

La contaminación de la Biomasa (principalmente de leña) en el Perú, es un problema grave para la población, teniendo como principal contaminante el monóxido de carbono, afectando la salud sobre todo en un embarazo tanto en su desarrollo, como crecimiento del producto.

**Objetivo:** Determinar los efectos en ratas preñadas y sus crías expuestas al humo de 100 gr. de leña, a una concentración de 1000ppm durante 20, 40 y 60 minutos y comparar los resultados tanto de las ratas como de sus crías expuestas al humo de leña y las del grupo control.

**Metodología:** Investigación experimental realizada en la ciudad de Arequipa, prospectivo, longitudinal y de campo. Se utilizaron 16 unidades experimentales de Ratas *Rattus Norvegicus var. Wistar*, de 200-300gr. de 18 semanas de edad, distribuidas en 3 grupos experimentales, conformado por 4 ratas exponiéndolas al humo de leña por 20, 40 y 60 minutos y 1 grupo control que no fue expuesto al humo de leña. La exposición se dio por la combustión de 100 gr de leña por grupo 1 vez por día por 24 días de la gestación de las ratas. Para el análisis descriptivo se realizó tablas de frecuencias absolutas y relativas porcentuales para variables categóricas y para variables cuantitativas se calculó la media y desviación estándar. El contraste de la hipótesis fue verificado por la prueba de Chi Cuadrado para variables cualitativas y el análisis de varianza de un factor de variabilidad y prueba de especificidad de tukey para variables cuantitativas, ambas pruebas se procesaron con un nivel de significancia del 5%. El procesamiento fue mediante el software SPSS versión 22.

**Resultados:** Según la prueba de chi cuadrado se encontró que la frecuencia de aborto, la preñez pre termino y a término en ratas del grupo control y 20, 40 y 60 minutos presento diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Según el análisis de varianza el peso, perímetro abdominal y el número de crías vivas en las ratas expuestas y no expuestas de humo de leña, presento diferencias estadísticas significativas. En la prueba de tukey el peso, perímetro abdominal y número de crías vivas fue menor en ratas

expuestas a 40 minutos, el número de crías en ratas expuestas al humo de leña fue menor en 40 y 60 minutos. Según el análisis de la varianza el peso, talla, sindactilia, perímetro craneal, mortinato, micromelia y muerte súbita promedio de las crías de las ratas expuestas a humo de leña presento diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ). En cuanto a óbito fetal, restricción del crecimiento intrauterino y cola corta promedio en las crías de las ratas expuestas a humo de leña y control no presento diferencias estadísticas significativas. La prueba de tukey indica que el menor peso, talla y el mayor promedio de sindactilia fueron a 60 y 40 minutos, el menor perímetro craneal y micromelia se encontró en ratas, expuestas a 60 minutos, el mayor promedio de mortinato se presentó en 40 minutos (4,33).

**Conclusiones:** Las ratas expuestas al humo de leña tienen más efectos a mayor tiempo de exposición en la terminación de la preñez, incremento de peso, circunferencia abdominal y numero de crías. Se encontró que la exposición de las crías de las ratas expuestas al humo de leña menor fue en el peso, talla y perímetro craneal y mayor proporción de sindactilia, cola corta en 60 y 40 minutos de exposición y mayor proporción de micromelia y mortinato en 40 minutos de exposición, comparadas con el grupo control.

**Palabras Clave:** Humo de leña, Crías de ratas, Gestación

## SUMMARY

Pollution from Biomass (primarily wood) in Peru is a serious problem for the population, with the main pollutant carbon monoxide, affecting the health especially in a pregnancy both in its development as output growth.

**Objective:** To determine the effects on pregnant rats and their offspring exposed to the smoke of 100 gr. firewood, at a concentration of 1000 ppm for 20, 40 and 60 minutes and compare the results of both rats and their offspring exposed to wood smoke and the control group.

**Methodology:** experimental research conducted in the city of Arequipa, prospective, longitudinal and field. 16 experimental units var. norvegicus Rats were used. Wistar with 200-300gr. 18 weeks old, divided into 3 experimental groups, made up of four exposing rats to wood smoke for 20, 40 and 60 minutes and 1 control group that was not exposed to wood smoke. The exhibition is made by burning wood 100 gr per group 1 time per day for 24 days of gestation in rats. For the descriptive analysis tables of absolute and relative frequencies and percentages for categorical variables for quantitative variables the mean and standard deviation was calculated took place. The test of the hypothesis was verified by the chi-square test for qualitative variables and analysis of variance factor variability and specificity of Tukey test for quantitative variables, both tests were run with a significance level of 5%. The prosecution was using SPSS version 22 software.

**Results:** According to the chi-square test found that the frequency of abortion, pre term and term pregnancy in rats in the control group and 20, 40 and 60 minutes I present significant differences ( $P < 0.05$ ). According to the analysis of variance weight, waist circumference and the number of live offspring in the exposed and unexposed rats wood smoke, presented statistically significant differences. In the Tukey test weight, waist circumference and number of live offspring was lower in

rats exposed to 40 minutes, the number of pups in rats exposed to wood smoke was lower in 40 and 60 minutes. According to the analysis of variance weight, height, syndactyly, head circumference, stillbirth, sudden death micromelia and average the offspring of rats exposed to wood smoke presented statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). As to stillbirth, intrauterine growth restriction and average short tail in the offspring of rats exposed to wood smoke and control not show statistically significant differences. Tukey's test indicates that the lower weight, size and the highest average syndactyly were 60 and 40 minutes, the lower head circumference and micromelia found in rats exposed to 60 minutes, the highest average stillbirth was presented in 40 minutes (4.33).

**Conclusions:** Rats exposed to wood smoke have more effect longer exposure in the termination of pregnancy, weight gain, abdominal perimeter and number of offspring. We found that exposure of the offspring of rats exposed to wood smoke was lower in weight, length and head circumference and a higher proportion of syndactyly, short tail at 60 and 40 minutes exposure and a higher proportion of stillborn and 40 micromelia minutes of exposure, compared with the control group.

**Keywords:** wood smoke, Rat pups, pregnancy

## INTRODUCCION

En el mundo como en el Perú, existen millones de personas que dependen de los combustibles sólidos, incluida la biomasa (leña, estiércol y residuos agrícolas) y el carbón, para satisfacer sus necesidades de energía más básicas: cocinar, calentar agua y calefacción, lo que se está convirtiendo en una de las mayores amenazas de salud pública por la cual día a día nuestro país tiene que lidiar. Según el informe estadístico del INEI en el 2014 el 11,5% de la población peruana continúa utilizando la leña como combustible para generar energía para su cocina y ellos el 40,5% se encuentran en zonas rurales y el 2% en zonas urbanas.(8) Otro estudio Latinoamericano en junio del 2014 de “Cocinas Limpias” comprendidos entre los países México, Guatemala, Bolivia y Perú revela que el 29% de la población Peruana con mayor incidencia está situada en la sierra donde hay gran disponibilidad de biomasa como combustible para las cocinas, las que se encuentran en viviendas cerradas para conservar el calor, generando así una gran exposición a la polución intradomiciliaria (11).

La mayoría de personas utilizan leña como fuente de energía se encuentran en las zonas rurales las cuales tienen un nivel extremo de pobreza, la quema ineficiente de esta ya sea en un fogón en el interior de la vivienda genera cientos de contaminantes, principalmente monóxido de carbono, pero también óxidos de nitrógeno, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poliaromáticos, por lo cual se realizó la presente investigación para observar que efectos maternos se presentan en ratas y que efectos se presentan en sus crías al estar expuestas al humo y diversos tóxicos que emana esta fuente de energía en su combustión.



## I. PLANTEAMIENTO TEORICO

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1. ENUNCIADO

“EFECTOS MATERNOS EN RATAS *Rattus Norvegicus* Var. *Wistar* Y SUS CRIAS EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA, AREQUIPA, 2015”

#### 1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

##### 1.2.1. Área de Conocimiento

1.2.1.1. Área General: “Ciencias de la Salud”

1.2.1.2. Área Específica: Obstetricia

1.2.1.3. Línea: Efecto del humo de leña en ratas preñadas

### 1.2.2. Análisis y Operacionalización de Variables

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>SUBINDICADORES</b>
<b>1. V. ESTIMULO</b> EXPOSICION AL HUMO DE LEÑA	<b>1.1. SIN EXPOSICION</b> <b>1.2. EXPOSICION A LA</b> COMBUSTION DE LEÑA	<b>1.1.1.</b> 0 minutos <b>1.2.1.</b> 20 minutos <b>1.2.2.</b> 40 minutos <b>1.2.3.</b> 60 minutos
<b>2. V. RESPUESTA</b> EFECTOS MATERNOS EN RATAS	<b>2.1.</b> Terminación de preñez	<b>2.1.1.</b> Abortos <b>2.1.2.</b> Pre termino <b>2.1.3.</b> A termino
	<b>2.2.</b> Circunferencia Abdominal	<b>2.2.1.</b> Antes de la preñez <b>2.2.2.</b> Durante la preñez
	<b>2.3.</b> Cantidad de Crías	<b>2.3.1.</b> - 9 <b>2.3.2.</b> +12
	<b>2.4.</b> Incremento de Peso	<b>2.4.1.</b> Antes de la preñez <b>2.4.2.</b> Durante la preñez
<b>3. V. RESPUESTA</b> EFECTOS EN CRIAS DE RATAS	<b>3.1.</b> Somatometría	<b>3.1.1.</b> Talla <b>3.1.2.</b> Peso <b>3.1.3.</b> Perímetro craneal
	<b>3.2.</b> Complicaciones fetales	<b>3.2.1.</b> RCIU <b>3.2.2.</b> Mortinato <b>3.2.3.</b> Óbito fetal <b>3.2.4.</b> Muerte Súbita
	<b>3.3.</b> Malformaciones congénitas	<b>3.3.1.</b> Sindactilia <b>3.3.2.</b> Cola corta <b>3.3.3.</b> Micromelia

### 1.2.3. Interrogantes básicas

- ¿Cuáles son los efectos maternos en Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña por 20, 40 y 60 minutos?
- ¿Cuáles son los efectos en las crías de Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña por 20, 40 y 60 minutos?
- ¿Qué diferencias existen entre Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña y las del grupo control?
- ¿Qué diferencias existen entre las crías de Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña y los del grupo control?

### 1.2.4. Tipo de investigación

El presente estudio es experimental

### 1.2.5. Nivel de Investigación

El nivel es explicativo

### 1.2.6. Justificación

#### a) Relevancia Científica:

Existen muchos tóxicos y contaminantes ambientales y muchas de las personas no saben a qué están expuestas por lo que se puede dar una intoxicación voluntaria o involuntaria sobre algunos tóxicos como lo es en este caso el humo producido por la combustión de la leña sobre todo en zonas rurales donde es utilizada como fuente de energía para la cocina, el cual se encuentra relacionado con la gestante y su producto ya que podrían estar expuestas a este toxico tanto en su domicilio al cocinar, calentar agua, etc. como en las zonas urbanas y rurales, desfavoreciendo la salud de la madre y desarrollo normal del feto.

#### b) Relevancia Académica:

Con esta investigación en Obstetricia podremos identificar los efectos desde la preconcepción para poder prevenir tanto a la familia como a la propia gestante ya que, las personas que podrían estar expuestas al humo de leña por inhalación voluntaria o involuntaria al utilizar este combustible para cocinar donde podrían presentar efectos desfavorables para su salud, el desarrollo de su futura gestación y el bienestar de su bebe.

**c) Relevancia Social:**

Sabemos que la gran mayoría de personas tanto en el Perú y el mundo utilizan la leña como una fuente de energía sobre todo como combustible para cocinar y muchos de ellos no son conscientes de los daños que pueden provocar la intoxicación por inhalación voluntaria o involuntaria del humo producto de su combustión de este sobre todo en la gestante y en el desarrollo del feto, con la presente investigación se informará tanto a los familiares de gestantes como a la población en general, para que tomen las debidas precauciones sobre este tóxico.

**d) Relevancia personal y original:**

Esta investigación surge a raíz de evidenciar que en nuestro país no se realizan muchos trabajos en cuanto a nuestra carrera de obstetricia ni sus efectos en los fetos, solo para parámetros de medicina general, por lo que decidí investigar este tema al margen de que una investigación representa mucho más esfuerzo, dedicación, mayor presupuesto, pero con la satisfacción de que pueda aportar para el mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de tanto de la gestante como la del feto.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1. Concepto:

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles (leña), plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o la proveniente de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano. (12)

Los combustibles de biomasa y el carbón son utilizados por más de tres mil millones de personas alrededor del mundo como fuente de energía para cocinar. (13)

La leña fue la primera fuente de energía para el ser humano, y la más importante durante la mayor parte de su historia. Era muy asequible porque en muchas partes del mundo crecían grandes bosques. También se encontraban otras fuentes de energía, pero eran casos muy puntuales (carbón, turba, petróleo...).

En la edad media, la leña se utilizaba para hacer carbón vegetal y utilizarlo en la obtención de metales, se talaban más árboles, y, por tanto, disminuyeron los bosques y sus reservas. (32)

La leña es la madera utilizada para hacer fuego en estufas, chimeneas o cocinas. Es una de las formas más simple de biomasa usada mayormente como calefactor y para la cocinar. Es extraída de los árboles. Esta es comercializada normalmente a granel o fardos, pero con las nuevas técnicas de almacenamiento y logística, esta se distribuye en la actualidad paletizada y ensacada, así como es enfardada de múltiples maneras. (35)

Es la madera que se destina para ser quemada en cocinas, calefacción, producción de energía, etc. Incluye la madera para la producción de carbón en fosas y hornos portátiles; también incluye leña de troncos y ramas con corteza y en el caso de comercialización, también ser considera al aserrín.(8)

Las mujeres que cocinan con combustibles que producen mucho humo como la leña, el carbón, el estiércol o los restos de las cosechas generalmente tienen problemas de salud. Estos combustibles causan más problemas cuando se queman dentro de la casa y el humo no puede salir de allí rápidamente. Si el combustible contiene sustancias químicas como los plaguicidas o los fertilizantes que se hallan en los restos de algunas cosechas el humo es aún más dañino.

El respirar el humo que proviene del fuego para cocinar puede causar diferentes problemas crónicos, como tos, resfriados, pulmonía, bronquitis e infecciones de los pulmones. El respirar el humo del carbón también puede causar cáncer en los pulmones, en la boca y en la garganta.

## 2.2. Composición de la Leña:

La madera se compone químicamente de celulosa (40 a 50%), lignina (24 a 28%) y hemicelulosa (20 a 25%). De todos estos componentes el más importante es la lignina, ya que es la que le aporta a la madera sus resistencias mecánicas.

**Tabla N°1:**

### COMPOSICIÓN DE LA LEÑA

COMPOSICIÓN DE LA LEÑA		
ELEMENTO	LEÑA SIN HUMEDAD	LEÑA CON HUMEDAD
Carbono	50.2%	37.65%
Hidrogeno	7.0%	5.25%
Nitrógeno	0.1 – 0.2%	0.1 – 0.3%
Oxigeno	42%	31.5%
Cenizas	0.8%	0.5%
Agua	0%	25%

Fuente: (Arqhys, 2009)(28)

- **Monóxido de carbono**

Es un gas tóxico, menos denso que el aire pero que se dispersa con facilidad y su alta toxicidad se le suma a la peligrosidad de pasar desapercibido al ser inodoro, incoloro y no irritante.

El CO se origina al realizarse una combustión incompleta, es decir, generando una combustión de material orgánico o inorgánico que tienen átomos de carbono y que su combustión se da en condiciones con falta de oxígeno formando así el CO en vez de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Una vez inhalado el monóxido de carbono, difunde rápidamente a través de las membranas alveolares para combinarse con la hemoglobina y la citocromo c oxidasa, entre otras hemoproteínas, afectando el transporte de oxígeno y deteriorando la función mitocondrial. Una vez en sangre, el CO se une de manera estable a la hemoglobina, con una afinidad 200 veces superior a la del oxígeno, para dar lugar a la carboxihemoglobina (COHb), aun inhalando relativamente bajas concentraciones de CO.

Las mujeres embarazadas expuestas al monóxido, tienen la COHb de 10 a 15% más bajo que el feto. Esta diferencia proviene de la mayor afinidad de la hemoglobina fetal al monóxido y de la difusión del monóxido de la sangre materna por la placenta al feto.

La difusión transplacentaria ocurre con una velocidad estable, por lo que el nivel de la COHb fetal excede el nivel materno durante 10 h después de la exposición. La PaO<sub>2</sub> fetal comúnmente es unos 20-30 mmHg más baja que

la materna y la curva de disociación de la oxihemoglobina está desplazada hacia izquierda, permitiendo la descarga de oxígeno a las menores presiones de oxígeno en los tejidos del feto. La exposición al CO resulta en un nuevo desplazamiento de esta curva a la izquierda en la sangre materna y en la sangre fetal, reduciendo la liberación de oxígeno de la madre al feto y de la hemoglobina fetal a los tejidos del feto.

- **Óxidos de nitrógeno**

La llama de leña produce óxido nitroso que se combina con la hemoglobina (metahemoglobina) y óxido nítrico que tiene un efecto irritativo directo sobre el parénquima pulmonar.

- **Dióxido de azufre**

Tiene efectos irritantes sobre la vía aérea y conduce a la hipertrofia de las glándulas mucosas (bronquitis crónica).

- **Aldehídos**

El formaldehído es un gas con olor penetrante que tiene efectos irritativos sobre las vías pulmonares y los ojos.

- **Hidrocarburos aromáticos policíclicos**

Son compuestos de 1 a 16 carbonos cuyo principal efecto tóxico es la carcinogénesis (benzo-pireno).

- **Ceniza volátil**

Se produce en cantidades importantes y tiene un diámetro de 1 a 200 m.

Contiene hasta un 40.96% de sílice y puede observarse en el intersticio pulmonar y macrófagos bajo el microscopio de luz. (26)

En los hogares de comunidades rurales, el humo de leña contribuye a la contaminación del aire tanto dentro como fuera de la vivienda. Las partículas en suspensión (diámetro menor de 10 micras (PM10)) son el mejor indicador de riesgo para la salud por la contaminación del aire en el interior de la vivienda. (24)

Además, las partículas finas (hasta 2.5 micras (PM2.5)) son más peligrosas debido a que penetran con mayor facilidad los pulmones produciendo inflamación local y depresión de la respuesta inmunitaria. Los niveles de contaminación del aire en interiores en América Latina varían entre 300 y 3,000 g/m<sup>3</sup> (PM10), alcanzando un máximo en 24 horas de 10,000 g/m<sup>3</sup> mientras se cocina. Cabe mencionar que que el nivel medio anual de PM10 en el aire exterior tolerable es de 40-50 PM10. (13)

### 2.3. Clasificación de la Leña:

El tamaño de la leña no está limitado, pero generalmente se presenta en forma de pequeñas piezas de trozas, leños hendidos o rollizos. La leña también puede presentarse en forma de:

- Ramitas - Haces de ramitas
- Bastones sin trabajar
- Tallos de vid
- Tocones - Raíces de árbol

Los troncos utilizados para la fabricación de pasta o de fósforos no están clasificados como leña. Esto se debe a que, a diferencia de los leños, están cuidadosamente trabajados, pueden estar desprovistos de corteza y, en general, no están rotos ni partidos, son rectos y no presentan nudos ni ramificaciones. (30)

## 2.4. Tipos de Leña

### A) Los resinosos:

Desprenden mucho calor (pino, abeto), pero se consumen con rapidez; proyectan las brasas y las resinas que contienen ensucian las chimeneas; evite su utilización.

**B) El haya, el fresno.**

Son leñas más recomendables; de secado rápido y de fácil obtención. Hay que guardarlas bajo algún abrigo inmediatamente después de secadas y rajadas, porque se pudren muy pronto y pierden su poder calorífico. Son fáciles de prender y ofrecen lumbres dinámicas y de llamas muy luminosas.

**C) El roble**

Es un excelente combustible, pero, al contrario que las demás maderas, tiene que estar sin cubrir dos años para que la lluvia arrastre y elimine los taninos que contiene; después, se coloca bajo algún tipo de abrigo otro año o dos antes de utilizarla. Arden con demasiada rapidez las ramitas pequeñas.

**D) El carpe, el cerezo silvestre, los frutales.**

Excelentes combustibles, pero raros; producen llamas hermosas, tranquilas y buenas brasas; ideales para barbacoas y para su utilización en la modalidad de fuego continuo.

**E) El abedul, el tilo, los chopos, y álamos, la robinia o falsa acacia y la acacia.**

Son árboles muy frondosos y de madera tierna; producen llamas bellas y armoniosas, pero vivas y pocas brasas. Arden rápidamente y lo mejor es utilizarlas para avivar el fuego. (31)

## 2.5. Combustión de la Leña

La combustión es un fenómeno químico perfectamente definido, que consiste en la reacción exotérmica de determinados elementos químicos con el oxígeno. Lo que determina si un elemento es o no combustible es su posibilidad de reaccionar químicamente con el oxígeno liberando energía calorífica. (28)

Si no se produce la combustión completa de la leña, se pierde el 70% de la energía, así como la formación de monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poliaromáticos y muchos otros compuestos peligrosos para la salud. (16)

Los combustibles de biomasa se consideran de baja eficiencia, ya que tienen baja capacidad para producir calor y generan altos niveles de productos tóxicos. El consumo limpio de leña da lugar principalmente a dióxido de carbono y agua; sin embargo la quema ineficiente de leña produce partículas orgánicas fácilmente inhalables, gases (monóxido de carbono, óxido nitroso,

óxido de azufre y aldehídos) y materia poliorgánica (hidrocarburos aromáticos policíclicos, benceno, butadieno), algunos de ellos altamente cancerígenos (benzo- pireno). (2)

## **2.6. Uso de Biomasa según estudio de Cocinas Limpias en Latinoamérica en Junio del 2014**

### **2.6.1. En El Mundo:**

En el mundo hay 3 mil millones de personas que dependen de combustibles sólidos para cocinar sus alimentos y lo hacen en fogones tradicionales. Esto afecta la salud y la economía de 500 millones de hogares, y principalmente a mujeres y niñas.

Además, genera 4 millones 300 mil muertes anuales, impacta negativamente en el medio ambiente y es el causante del 21% de las emisiones mundiales de carbono negro. Ante este problema, la Global Alliance For Clean Cookstoves (GACC) se ha trazado la meta de lograr que 100 millones de hogares adopten cocinas limpias y eficientes para el año 2020.

### **2.6.2. En Latinoamérica:**

Son casi 40 millones de familias en Latinoamérica las que cocinan con fogones abiertos y sólo un millón cuenta con estufas limpias. Debido

al impacto del humo producido por los fogones tradicionales, con leña, cada año mueren 82,852 personas en Latinoamérica. Los cinco países con mayor incidencia son Brasil, México, Haití, Colombia y Perú.

Aunque hay acceso a combustibles modernos, sobre todo en las ciudades, está muy extendida la costumbre de utilizar varios combustibles para cocinar.

Por su disponibilidad local, adaptación cultural y costo, la población prepara sus alimentos mayormente con leña, cuyo uso puede alcanzar entre el 80 y 100% en las zonas rurales y no hay indicios de que pronto cambie esta tendencia

### **2.6.3. En el Perú**

En temas energéticos, el Perú se abastece principalmente de recursos naturales no renovables como el petróleo, que es altamente contaminante, tanto en su uso como en su producción.

Siendo las mayores fuentes de combustible para cocinar el gas (GLP), que llega al 66% y la leña/bosta, al 29%, seguidas del carbón, gas natural y electricidad, que juntas suman 5%.

En la sierra peruana hay gran disponibilidad de biomasa como combustible para las cocinas, las que se encuentran en viviendas cerradas para conservar el calor, generando así una gran exposición a la polución intradomiciliaria. (11)

## 2.7. Uso de Biomasa en Perú Según INEI

Un estudio comparativo revelado por el INEI realizado entre Enero-Febrero-Marzo del 2013 y 2014 revela que en el Perú de cada 100 hogares 77 utilizan gas para cocinar los alimentos en el 2013, en el trimestre similar del año anterior fue 74 de cada 100 en el 2014.

Aumenta en 11,6 puntos porcentuales hogares del área rural que utilizan gas para cocinar sus alimentos, al pasar de 28,6% a 40,2%. Contrariamente disminuye hogares que utilizan leña, al pasar de 49,9% a 40,5%. (10)

**Tabla N°2**

**Perú: Hogares según tipo de combustible que utilizan para cocinar los alimentos, según área de residencia**

Área de Residencia	Ene-Feb-Mar	Ene-Feb-Mar	Variación absoluta (puntos porcentuales)
	2013 P/	2014 P/	
Nacional			
Gas	73,7	76,6	2,9
Leña	13,9	11,5	-2,4
Urbana			
Gas	88,1	88,5	0,4
Leña	2,5	2,0	-0,5
Rural			

Gas	28,6	40,2	11,6
Leña	49,9	40,5	-9,4

Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares (8)

El Acceso a la Energía para nuestras poblaciones vulnerables constituye una condición mínima para su desarrollo. Su disponibilidad está asociada al mejoramiento de condiciones de educación, salud, seguridad y actividades productivas.

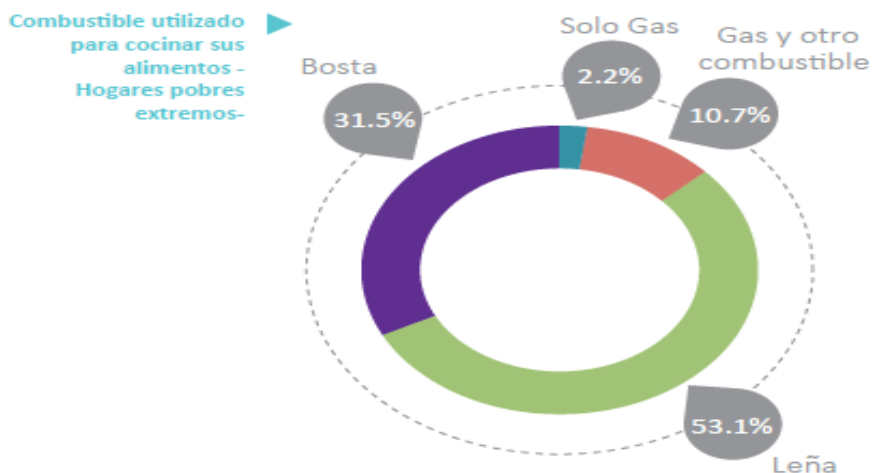
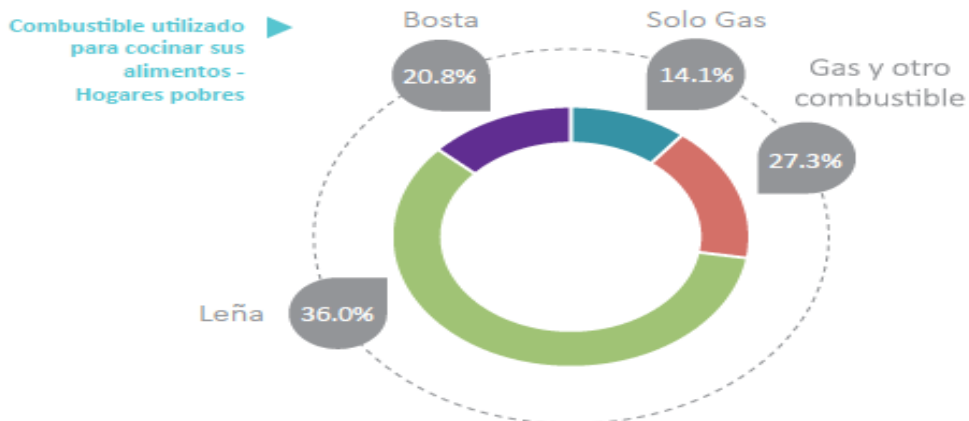
Por esta razón, el Acceso Universal a la Energía es considerado como uno de los pilares para la lucha contra la pobreza a nivel mundial. Sin embargo, en el Perú el Acceso a la Energía presenta características especiales como son:

- La lejanía y poca accesibilidad a localidades donde habitan las poblaciones vulnerables.
- Bajo poder adquisitivo y consumo per cápita reducido de las familias que componen las familias vulnerables.
- Poblaciones dispersas y con baja densidad poblacional.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Hogares del año 2013, en el Perú se observa que el 36.0% de los hogares categorizados como pobres utilizan leña para cocinar sus alimentos, así como el 20.8% utiliza bosta o carbón. Por su parte, el 53.1% de los pobres extremos utiliza leña como combustible para sus alimentos y un 31.5% utiliza bosta o carbón.

### GRAFICO N°1

#### Uso de combustibles que utilizan los hogares para cocinar



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática, ENAHO 2013. (7)

## **2.8. La leña en la cocina**

El fuego, el fogón, el hogar desde la antigüedad han sido respetados y venerados. El descubrimiento del fuego significó para la humanidad una nueva era, pues además de cocinar los alimentos, los seres humanos pudieron calentar sus hogares, mejorando su estilo de vida.

Las primeras formas antiguas de hornos se remontan a la época de los egipcios. Se han observado algunas estructuras de forma cónica construidas en ladrillos de arcilla del Nilo, en las que la parte superior donde se colocaba el alimento se separaba de la inferior, donde se encendía el fuego debajo de una pieza de piedra que absorbía el calor y lo transmitía a la parte superior.

Los griegos heredaron de la civilización egipcia el arte de construir el horno y lo perfeccionaron desarrollando el área superior en cúpula que se transforma en una cámara única de cocción, por generación de calor envolvente. Los romanos aprendieron de los griegos el arte de construir los hornos, cocinar

los alimentos y hacer el pan. Fue una verdadera revolución alimenticia y gastronómica para los romanos.

La fornacalia era una antigua fiesta romana que se celebraba en la primera quincena de febrero, en honor de la diosa Fornace, relacionada con la Diosa Vesta, y que custodiaba el buen funcionamiento de los hornos para el pan. Su culto fue introducido justamente al momento de aprender esta nueva tecnología alimentaria.

Como los romanos utilizaban correctamente el arco en sus construcciones, también se trasladó al arte de construir los hornos. En Pompeya se conserva un ejemplar de horno a leña romano constituido por un interior con arco rodeado de una pared hueca que actúa como aislante térmico.

Desde la época de los romanos hasta nuestros días no han ocurrido grandes variaciones en el arte de construir hornos. En los primeros años del 1900 se introdujeron al mercado europeo pequeños hornos prefabricados, en material, que tenían la ventaja de acortar los plazos constructivos pues era difícil conseguir artesanos en condiciones de realizar hornos de la manera tradicional. (31)

## **2.9. Contaminación del aire de interior y salud según la OMS**

Unos 3.000 millones de personas siguen cocinando y calentando sus hogares con combustibles sólidos (es decir, madera, residuos agrícolas,

carbón vegetal y mineral y excrementos de animales), en fuegos abiertos y en cocinas con fugas. En su mayoría son personas pobres que viven en países de ingresos bajos y medianos.

Estos combustibles y tecnologías ineficientes para cocinar producen elevados niveles de contaminación del aire de interiores dado que liberan elementos nocivos para la salud, tales como pequeñas partículas de hollín que penetran profundamente en los pulmones.

En viviendas mal ventiladas el humo puede producir concentraciones de pequeñas partículas 100 veces superiores a las aceptables. La exposición afecta particularmente a las mujeres y los niños, que pasan la mayor parte del tiempo cerca del hogar.

## **2.10. Consecuencias para la salud de contaminación de aire de interior según la OMS**

Anualmente, 4,3 millones de personas mueren prematuramente por enfermedades atribuibles a la contaminación del aire interior causada por el uso de combustibles sólidos ineficientes. Entre esas defunciones:

- 13% se deben a neumonía
- 34% a accidente cerebrovascular
- 25% a cardiopatía isquémica
- 22% a neumopatía obstructiva crónica, y
- 6% cáncer de pulmón. (13)

### 2.11. **Rattus Norvegicus Wistar**

Rattus pertenece al género de roedores miomorfos de la familia Muridae, conocidos comúnmente como ratas. Son roedores de mediano tamaño que no sobrepasan los 300 g de peso y los 30 cm, más una cola de similar longitud. Poseen patas anteriores cortas y con cuatro dedos (el pulgar rudimentario) y patas posteriores, más largas, con cinco dedos.

La cepa Wistar se trata de una línea albina de la rata parda. Fue desarrollada en el Wistar Institute en 1906 para fines de investigación biomédica, y se trata de la primera rata empleada como organismo modelo (anteriormente se trabajaba con el ratón). Hoy por hoy, la mitad de las ratas de laboratorio existentes derivan de la población generada por el fisiólogo Henry Donaldson, el administrador Milton J. Greenman, y el genetista y embriólogo Helen Dean King. (4)

### 2.12. **Efectos sobre la fisiología reproductora de la hembra**

Los primeros estudios sobre los efectos del tabaco en animales hembra indicaban que este tratamiento provocaba degeneración de los ovarios y de los folículos maduros, suprimiendo a menudo los ciclos estrales. Sin embargo, en muchos casos estos efectos probablemente se debían a los efectos secundarios de la hiponutrición relacionada con el tabaco.

Numerosos estudios en los que los animales son tratados agudamente con nicotina indican que esta puede tener efectos adversos en la función reproductora y que pueden medir en estos efectos ciertos cambios hormonales.

Por ejemplo, Blake y Colaboradores han demostrado que la inyección subcutánea de nicotina a ratas en proestro retrasaba la liberación habitual de LH, y originaba un descenso de los niveles máximos en comparación con el grupo control. En un segundo estudio, Blake detectó una inhibición de la ovulación en ratas después de la administración de nicotina durante un periodo de 7 horas. También se observó, en otro estudio, que la exposición de ratas hembra en proestro al humo del tabaco por la mañana retrasaba la liberación de LH. (6)

### **2.13. Características reproductivas de la hembra:**

Las hembras de esta especie son poliestricas continuas, anatómicamente tienen similitudes con el aparato reproductor del ratón, el infundíbulo está envuelto por una bolsa formada por el mesosalpinx, este es llamado el saco ovárico.

- **Útero:** Tienen el útero bicorne con la peculiaridad que poseen dos cuellos uterinos, uno para cada cuerno, comunicados entre si por una sola vagina.

- **Las glándulas mamarias:** Son 12, distribuidas de 6 en el tórax y 6 en el abdomen, son 6 pares de pezones.
  - **Canal vaginal:** Las hembras nacen con el canal vaginal cerrado, este recién se abre a los 72 días de vida con un rango de 34-109 días, esta variación está influida por factores nutricionales, genéticos y ambientales.
  - **Estro:** El primer estro se da a los 40-75 días pero recién se cubre a los 90 días ya que el cruce temprano produce partos más espaciados, distocias en el parto, neonatos de menor peso y tamaño, estas condiciones se dan también cuando el cruce es tardío, la edad de mayor fertilidad es de 100-300 días y el último celo se da a los 12-18 meses.
  - **La apertura vaginal,** la ovulación y el consecuente ciclo estral: están correlacionados, un cambio en la intensidad lumínica, una situación estresante pueden actuar sobre la glándula pineal y las adrenales pueden alterar el orden establecido retardando o acelerando uno de los eventos.
- (34)

#### 2.14. Ciclo Estral de la Rata

**Las fases del ciclo estral en la rata son:**

- a) **Proestro:** Dura aproximadamente 12 horas, en esta etapa en la vagina se produce un engrosamiento epitelial, se ven células epiteliales, muy pocos

leucocitos y muy escasas células cornificadas, los ovarios están en plena producción folicular. El diámetro de la luz uterina es de 5 mm.

- b) **Estro:** Dura de 9 -15 horas, en el epitelio vaginal se ven más células cornificadas y muy pocas células epiteliales. Los estrógenos circulantes provocan cambios en el útero y aparece el deseo de apareamiento, aumenta la producción de FSH y LH en los 2 días siguientes.

El estro se caracteriza por cambios conductuales en el animal, se ve que la rata corre más que de costumbre, sacude las orejas y en presencia de otra rata presenta lordosis.

La ovulación ocurre 8 -11 horas después de la aparición del estro.

- c) **Metaestro:** Se divide en 2 etapas:

✚ **El metaestro I:** Dura 15 horas, se produce el pico de LH y la consecuente ovulación múltiple y espontánea, este pico está relacionado con las horas luz que recibe el animal, si recibe 12 horas de luz al día y una temperatura ambiente de 20 -22 °C se verá favorecida la función reproductiva. El pico de LH determina el final de la producción de estrógenos y comienzo de la producción de progesterona por los cuerpos lúteos, la progesterona determinará el comportamiento materno de la rata.

✚ **El metaestro II:** Dura 6 horas, en esta etapa la vagina se ve húmeda y los óvulos liberados se encuentran en el oviducto. En esta fase se inicia la regresión del epitelio vaginal, las células cornificadas se degeneran.

d) **Diestro:** Dura 57 horas, el diámetro de la luz uterina es de 2.5 mm, los cuerpos lúteos producen abundante progesterona que desbloquea la producción de FSH y LH, esto inicia nuevamente el ciclo con el desarrollo de nuevos folículos. Hay abundantes leucocitos y muy escasas células epiteliales. (27)

**TABLA N°3**

**FASES DEL CICLO ESTRAL DE LA RATA**

FASE	OVARIO	UTERO	VAGINA	CONDUCTA
Proestro	Crecimiento rápido de folículos. Degeneración de los cuerpos lúteos del ciclo previo.	Utero distendido con fluido aumentando su tamaño.	Epitelio grueso. Celulas epiteliales superficiales. Frotis vaginal con abundancia de células epiteliales.	Estado receptivo a la copulación hacia el final del proestro.
Estro	Maduración de folículos. Ovulación	Maxima Distensión. Inicio de degeneración vacuolar del epitelio uterino.	Epitelio grueso. Capa de células cornificadas en superficie. Frotis vaginal con abundancia de células escamosas.	Receptividad máxima. Lordosis. Copulación. Máxima probabilidad de fertilización

**Fuente:** (DE LA CRUZ, 1998) (21)

Metaestro	Formación de cuerpos lúteos.	Alguna degeneración vacuolar, pero también regeneración.	Descamación del epitelio cornificado. Epitelio delgado. Invasión de leucocitos. Frotis vaginal con abundancia de células escamosas.	No hay receptividad
Diestro	Crecimientos de los cuerpos luteos. Foliculos de varios tamaños	Regeneracion del epitelio uterino.	Epitelio delgado. Regeneración del epitelio. Frotis vaginal con abundancia de leucocitosis y células epiteliales.	No hay receptividad

### 2.15. Signos y Tiempo de una Rata Preñada

El período de gestación de una rata se sitúa entre 21 y 25 días. No siempre es fácil estar seguros que esté embarazada, porque puede engordar en la última semana, y esta toma de peso sólo es significativa si la camada es numerosa. (33)

#### Aun así, existen unos métodos y signos:

- ✚ **Incremento de peso:** Va a coger mucho más peso hacia el día 16-17. Esto podrá diferenciar un embarazo verdadero de un embarazo "graso". Si sabes por adelantado que estás planeando criar a tu rata, comienza a acostumbrarla a ser pesada diariamente. Normalmente, cuando una rata está embarazada, comenzará a subir de peso dentro de unas 24 horas. Conforme progresa el embarazo, así también lo hará su peso. De hecho, mantener registro del peso de la hembra es una buena manera de saber si el embarazo será exitoso o no.
- ✚ **No hay ciclo estral:** La mayoría de las ratas hembras exhiben obvias señales de estar entrando en celo cada cuatro o cinco días. Muestra interés extremo en el olor de la rata macho, su espalda se arqueará cuando se le tocan las

ancas y sus orejas se agitarán mientras realiza una pequeña "danza" de saltos. Así que cuando la hembra no entra en celo, es una buena indicación de que está embarazada.

✚ **Cambios visibles:** Cuando el embarazo entra a su segunda semana, la hembra comenzará a verse más grande alrededor del estómago y cintura. Más cercano al final del embarazo se verá muy grande y redonda; no habrá duda entonces de que está embarazada. Comenzará también a perder pelo alrededor de sus pezones al acercarse el inminente alumbramiento.

✚ **Cambios en conducta:** Aparte de perder su conducta de celo, las hembras embarazadas pueden también exhibir otros comportamientos. Su apetito incrementará, puede volverse más agresiva hacia sus compañeros de jaula o su dueño, y puede dormir con más frecuencia de lo normal. Muy cerca al alumbramiento debe iniciar a construir un nido para sus crías. (35)

### 3. ANALISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

a) **Autor:** Montaña R., Martha, Cisneros L., Jose, Pedraza C., Jose, Becerril B., Carina, Mendoza M., Criselda, Ramos A., Carlos

**Título:** “Presencia de estrés oxidativo en un modelo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica inducido con exposición a humo de leña en cobayos, Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias; 2010” (23)

**Resultados:** La exposición doméstica al humo de biomasa (principalmente leña) representa la segunda causa de EPOC. Alrededor del 45% de la población mundial utiliza combustibles de biomasa sólida y en México, el 69% de los hogares en áreas rurales y urbanas marginadas utilizan leña como combustible primario. Los mecanismos patogénicos en la EPOC asociada a la exposición de humo de biomasa se conocen sólo de forma parcial. Recientemente en el INER se desarrolló un modelo de EPOC en cobayos expuestos al humo de leña en el que se demostró incremento de enzimas elastolíticas, colagenolíticas y gelatinolíticas, así como hipertensión pulmonar, hiperplasia del músculo liso y apoptosis. Sin embargo, no se reportó el estado del estrés oxidativo ni el de enzimas antioxidantes.

**Método:** El MDA se midió con la reacción del 1-metil-2-fenilindol y la actividad de SOD con un paquete comercial.

**Resultados:** El contenido de MDA se incrementó por la exposición al humo de leña. Así, mientras que los grupos control tuvieron valores de  $\sim 0.459 \pm 0.051$  nmol/mL de MDA, los grupos experimentales alcanzaron  $2.626 \pm 0.310$ ,  $1.707 \pm 0.202$  y  $1.354 \pm 0.109$  nmol/mL a los 3, 5 y 7 meses de exposición, respectivamente ( $p < 0.001$  en todas las comparaciones). La actividad de la SOD también se incrementó, cambiando de  $\sim 0.016 \pm 0.002$  unidades/ $10^6$  macrófagos del LBA en los grupos control, hasta  $0.071 \pm 0.006$ ,  $1.121 \pm 0.049$  y  $0.276 \pm 0.033$  unidades/ $10^6$  macrófagos del LBA a los 3, 5 y 7 meses respectivamente ( $p < 0.001$  en todas las comparaciones).

**Conclusión:** Los hallazgos sugieren la participación del estrés oxidativo en la EPOC inducida por la exposición al humo de leña en cobayos

b) **Autor:** Abarca Barajas, Erika

**Título:** Desarrollo de un modelo experimental para producir Enfisema pulmonar inducido por humo de leña analizando la Actividad colagenolítica endógena, Tesis de División de Ciencias de Biológicas y de la Salud. (1)

**Resultados:** En el modelo de exposición al humo de leña consistirá en exponer cobayos hembra en una cámara de acrílico, y mezclando aire ambiente circulante con el humo producido por la combustión de 50gr. de madera, durante 3 horas, 5 días a la semana y por periodos de 30, 60 y 90 días. Se determinaran los niveles de CO y de particulaza suspendidas no excedidas a 100ppm. Los animales control serán expuestos únicamente al aire ambiente circulante. El análisis histológico se desarrollará mediante técnicas convencionales para microscopia de luz, utilizando las tinciones hematoxilinaeosina y se valorara el porcentaje de inflamación, el porcentaje de daño y la presencia de clavos de ruptura. En el LBA se evaluara la cantidad de células recuperadas y los tipos de células presente mediante la tinción de Wright; el análisis de la concentración de colágena y la actividad colagenolítica serán ensayadas midiendo la hidroxiprolina mediante una reacción colorimétrica. Los resultados mostraron que hay un incremento en el número de células recuperadas en los Lavado Broncoalveolar de los animales experimentales, este aumento fue significativo a dos y tres meses al humo de leña. Del conteo celular diferencial los macrófagos constituyen la población más abundante y fue incrementando en los animales expuestos al humo de leña.

Los resultados de este trabajo acerca del aumento en la concentración de colágena, así como el incremento en la actividad de enzimas tales como las colagenasas, correlacionan fuertemente con el incremento de células de los Lavado Broncoalveolar de los grupos experimentales. Estos datos sugieren que los procesos colagenolíticos desempeñan un papel importante en la génesis del enfisema pulmonar inducido por humo de leña.

c) **Autor:** Zegarra C., Victor, Lloja Lozano, Luis, Yatto, Eliana

**Título:** “Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme, Tesis de UNC, Colombia, 2011” (14)

**Resultados:** Este trabajo analiza las implicaciones ambientales del uso de la leña como combustible doméstico, tomando como caso de estudio la zona rural de Usme, Bogotá, Colombia, desde tres aspectos: el socio-cultural, el ecosistémico y el tecnológico. A través de trabajo de campo, de encuestas aplicadas y de la información recolectada por experimentación directa en algunas cocinas de la zona, se identificaron los impactos que el uso de la leña para cocción genera sobre la salud, la economía y aspectos culturales que definen su uso en esta zona. También se identificaron y caracterizaron las especies leñosas más usadas para la cocción de alimentos, y la eficiencia de las estufas.

El trabajo concluye que la leña es un servicio del ecosistema y así es visto por los campesinos, que la leña es apreciada por el sabor de la comida pero se reconoce que genera problemas para la salud, especialmente entre las mujeres y los niños.

Se identificó que en la actualidad muchas familias compran la leña, bien sea

porque no tienen tiempo para recolectarla o por las distancias que deben recorrer. En general la tecnología de las cocinas genera baja eficiencia (menor al 15%) porque el proceso de combustión es incompleto, lo que genera además alta producción de CO. Las especies más utilizadas son Eucalipto, Pino y retal de carpintería entre ellos Fórmica con MDF, material que no se ha reportado en Colombia, lo que plantea la necesidad de estudiar más a fondo los impactos que tiene su combustión.

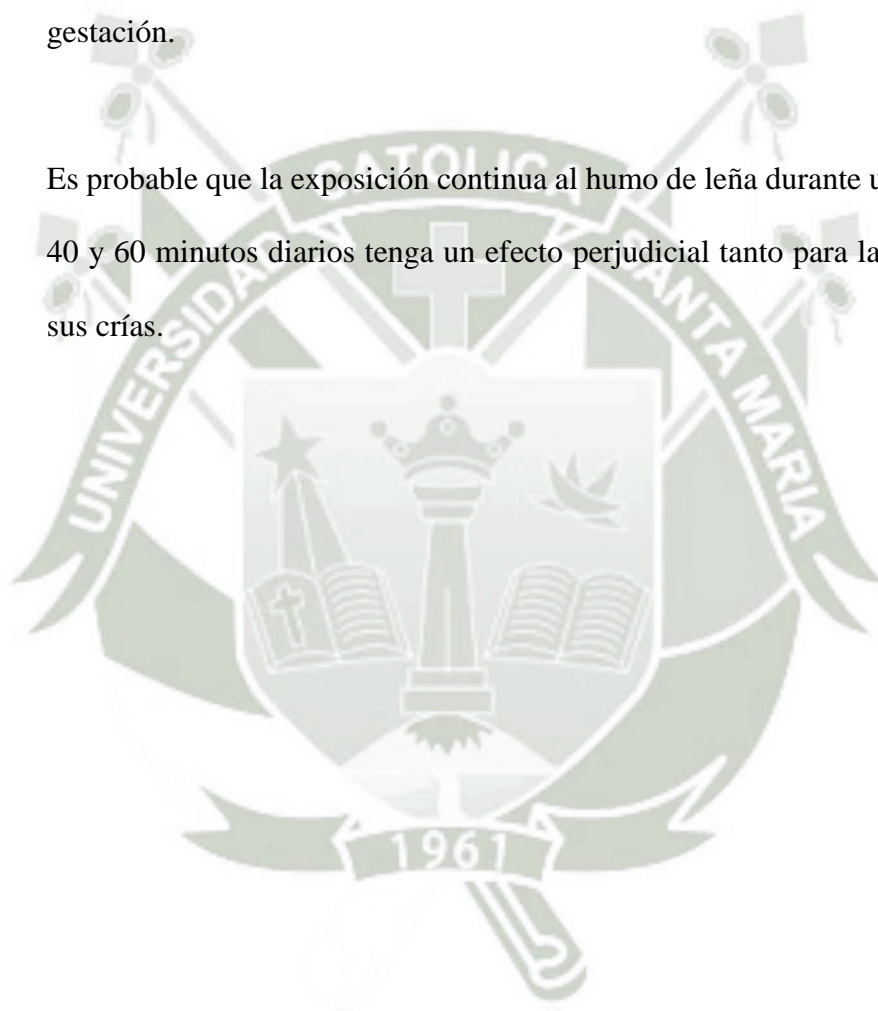
#### 4. OBJETIVOS

- Determinar los efectos maternos en Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña por 20, 40 y 60 minutos
- Identificar los efectos en las crías de Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña por 20, 40 y 60 minutos
- Determinar las diferencias entre las Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña y el grupo control
- Identificar las diferencias entre las crías de Ratas Norvegicus Wistar expuestas al humo de leña y el grupo control

## 5. HIPOTESIS

Dado que el utilizar la leña como una fuente de energía es frecuentemente consumido por la población sobre todo en las zonas alto andinas como combustible para cocinar, generando un problema grave en salud pública el desconocer los efectos que puede traer para la salud sobre todo en la etapa de la gestación.

Es probable que la exposición continua al humo de leña durante un tiempo de 20, 40 y 60 minutos diarios tenga un efecto perjudicial tanto para la rata como para sus crías.



## CAPÍTULO II

### II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

#### 1. TECNICA, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACION

##### 1.1. TECNICA

Se utilizó: La técnica de observación

##### 1.2. INSTRUMENTOS

Se empleó las fichas de recolección de datos según las variables

VARIABLES	INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTO
-----------	-------------	---------	-------------

1. NIVEL DE EXPOSICIÓN DEL HUMO DE LEÑA	Exposición al Humo de leña	Exposición directa	Ficha de Observación experimental
2. EFECTOS MATERNOS EN RATAS	Terminación de la Preñez	Observación Somatométrica	Ficha de recolección de datos
	Circunferencia Abdominal		Ficha de control de perímetro abdominal
	Cantidad de Crías		Ficha de recolección de datos
	Incremento de Peso		Ficha de control de peso diario
3. EFECTOS EN CRÍAS DE RATAS	Somatometría	Observación experimental y somatométrica	Ficha de recolección de datos
	Riesgos Fetales		
	Malformaciones Congénitas		

## 2. CAMPO DE VERIFICACION

### 2.1. UBICACIÓN ESPACIAL

La investigación se realizó en la Ciudad de Arequipa, en la Urb. Umacollo, calle Loreto 320-5 Dpto 36 en el distrito de Yanahuara, donde se pudo evidenciar la realización de la investigación. (Anexo 1)

## 2.2. UBICACIÓN TEMPORAL

### 2.1.1. Cronología

El estudio se realizó Junio – Agosto, 2015

### 2.1.2. Visión temporal

El estudio es prospectivo

### 2.1.3. Corte Temporal

El corte es Longitudinal

## 2.3. UNIDADES EXPERIMENTALES

Se utilizaron ratas del género *Rattus Norvegicus* variedad Wistar, que fueron obtenidas del Bioterio de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, con un peso aproximado de 200 a 300 gr. con una edad promedio de 18 semanas, donde se utilizaron 16 unidades experimentales de ratas preñadas, que fueron distribuidas en 4 Grupos en jaulas de crianza con su respectiva alimentación y cubriendo sus necesidades nutricionales básicas;

a las ratas se las pesaron, se les midió la circunferencia abdominal, se vio la frecuencia de abortos, gestaciones pre término y a término, al término de la gestación se observó el número de crías, efectos y malformaciones de sus crías; estos grupos estuvieron conformados por:

- a) **Grupo control:** conformado por 4 ratas en preñez que no fueron expuestas al humo de leña.
- b) **Primer grupo experimental:** conformado por 4 ratas en preñez expuestas al humo de leña por 20 minutos diarios.
- c) **Tercer grupo experimental:** conformado por 4 ratas en preñez expuestas al humo de leña por 40 minutos diarios.
- d) **Cuarto grupo experimental:** conformado por 4 ratas en preñez expuestas al humo de leña por 60 minutos diarios.

### 3. ESTRATEGIA PARA LA RECOLECCION DE DATOS

#### 3.1. Organización:

La investigación se realizó en un domicilio donde se adecuó un espacio para la crianza de las ratas que fueron distribuidas en 4 grupos de 4 ratas por jaula con su respectiva alimentación, agua, de forma homogénea cubriendo sus necesidades nutricionales.

De los 4 grupos formados, 3 son grupos experimentales que fueron expuestos al humo de leña de una cantidad de 100 gr. a una concentración

de 1000ppm de CO. Por cada grupo donde fueron expuestas a un tiempo de 20, 40, 60 minutos 1 vez por día durante todo el tiempo de la gestación y un grupo de control que no fue expuesto. El proceso de la exposición al humo de leña se realizó utilizando una cámara de vidrio de aproximadamente de 60 x 35 x 35 cm, en la cual se colocó a cada grupo por vez para el momento de la exposición.

La cámara de vidrio estuvo conectada mediante un tubo a un horno cerrado donde se produjo la combustión de la leña de 100 gr. En los tiempos anteriormente indicados, los cuales fueron los conductores del humo hacia el interior de la cámara. Para la evaluación de los efectos maternos en ratas se tomaron medidas de la circunferencia abdominal con una cinta métrica, el incremento de peso con la ayuda de una balanza, en la terminación de la preñez se observó el tiempo de la gestación ante la exposición al humo, y el número de crías de ratas se vio en el momento del nacimiento, donde también se pudo evaluar los efectos fetales como el Restricción de crecimiento intrauterino mediante la talla, peso y perímetro craneal con una cinta métrica y se observó las complicaciones y malformaciones fetales que fueron todas registradas en fichas de datos por cada variable. El proceso de la investigación tuvo un tiempo aproximado de 24 días que son los 24 días gestacionales de las ratas.

### 3.2. Recursos

#### 3.2.1. Humanos

**Investigadora:** Bachiller Vanessa Llanos Corrales

#### 3.2.2. Físicos

##### 3.2.2.1. Materiales

###### a) De escritorio

- ✚ Lapiceros
- ✚ Computadora
- ✚ Hojas Bond
- ✚ Impresora
- ✚ Cinta Scotch

##### 3.2.2.2. Materiales de Apoyo

###### a) Para el Cuidado de las ratas:

- ✚ 24 platos para la alimentación de las ratas
- ✚ 24 Bebedores de agua
- ✚ 4 Jaulas
- ✚ Comida para las ratas

###### b) Para la Somatometría:

- ✚ 4 Cinta métrica
- ✚ 1 Balanza

- ✚ 10 Fichas de Recolección de datos
- ✚ 2 Guantes de cuero

**c) Para la Exposición al humo de la leña:**

- ✚ 24 kilos de Leña de Eucalipto
- ✚ Cámara de vidrio de 60 x 35 x 35 cm
- ✚ Circuito conductor del humo de la leña
- ✚ 2 Guantes de goma
- ✚ 1 Mascaras de cara
- ✚ Fichas de recolección de datos

**3.2.3. Financieros:**

El monto valorizado de la presente investigación tiene un aproximado de más de S/.2000.00 (Dos mil Nuevos Soles), la cual fue autofinanciada por la investigadora.

**3.3. ESTRATEGIA PARA LA OBTENCION DE DATOS**

La obtención de los datos fueron tomados y registrados por la investigadora, donde se realizó la medición diaria de la circunferencia abdominal de las ratas preñadas, incremento de peso, así como se determinó la terminación de la preñez en cuanto a la duración de la gestación de cada rata, el número de crías que se observó en el nacimiento de las mismas como también las mediciones

somatométricas (talla, peso, perímetro craneal) para descartar o confirmar la restricción del crecimiento intrauterino en las crías y si se produjeron o no complicaciones y malformaciones fetales del grupo control (no expuestas al medio ambiente) y el grupo de ratas expuestas al humo de leña durante 20, 40 y 60 minutos por día.

### 3.4. ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó tablas de distribución de frecuencias absolutas y relativas porcentuales para expresar las variables categóricas o cualitativas y el resumen estadístico (media, desviación estándar, etc.) para las variables cuantitativas. Así mismo el contraste de la hipótesis fue verificado mediante la prueba de Chi Cuadrado para las variables cualitativas y el Análisis de Varianza de un factor de variabilidad y la prueba de especificidad de Tukey para variables cuantitativas, ambas pruebas estadísticas se procesaron con un nivel de significancia del 5%. El procesamiento de la información fue realizado mediante el software estadístico SPSS versión 22.

## CAPÍTULO III RESULTADOS



TABLA N°. 1

### CARACTERISTICAS DE LA TERMINACION DE LA PREÑEZ EN RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA

**Fuente:** Elaboración Personal \* Diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

TERMINACIÓN DE LA PREÑEZ	CONTROL		20		40		60		ESTADÍSTICO
	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%	
<b>Aborto</b>									
Si	0	0,0	1	25,0	1	25,0	0	0,0	57.14*
No	4	100	3	75,0	3	75,0	4	100	
<b>Preñez pre termino</b>									
Si	0	0,0	0	0,0	3	75,0	3	75,0	240.0*
No	4	100	4	100	1	25,0	1	25,0	
<b>Preñez a termino</b>									
Si	4	100	3	75,0	0	0,0	1	25,0	250.0*
No	0	0,0	1	25,0	4	100	3	75,0	
<b>TOTAL</b>	4	100	4	100	4	100	4	100	

La tabla N° 1, según la prueba de chi cuadrado se encontró que la frecuencia de aborto, la preñez pre termino y a término en las ratas del grupo control y en ratas expuestas a 20, 40 y 60 minutos de exposición presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ).

Asimismo se muestra que el 25% de las ratas del grupo expuesto durante 20 y 40 minutos presentaron aborto, el 75% de las ratas del grupo expuesto durante 40 y 60 minutos presentaron preñez pre término y el 100% las ratas del grupo control, 75% y 25% de las ratas del grupo expuesto durante 20 y 60 minutos respectivamente presentaron preñez a término.

TABLA N°. 2

INCREMENTO DE PESO DE LAS RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS  
AL HUMO DE LEÑA

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA	
40 minutos	65,25	a	
60 minutos	66,25	a	
20 minutos	75,25	a	
Control	105,00	b	
	Fo=5.23	Ft=3.49	P<0.05

Fuente: Elaboración Personal

La tabla N°. 2, según el análisis de la varianza ( $F_o=5.23$ ) muestra que el incremento del peso en las ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, en la prueba de tukey se evidencia que el menor incremento de peso en las ratas se presentó a 40 minutos (65,25 gr), 60 minutos (66,25) y 20 minutos respectivamente y estos grupos difieren del grupo control.

**TABLA N°. 3**

**CIRCUNFERENCIA ABDOMINAL EN LAS RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS  
AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
40 minutos	28,03	a
60 minutos	35,03	a
20 minutos	35,58	a
Control	52,63	b
Fo= 5.41      Ft=3.49      P<0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 3**, según el análisis de la varianza ( $F_o=5.41$ ) muestra que la circunferencia abdominal en las ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, en la prueba de tukey se evidencia que el menor promedio de la circunferencia abdominal se presentó en ratas expuestas a 40 minutos (28,03), 60 minutos (35,03) y 20 minutos (35,58) y estos grupos difieren del grupo control.

**TABLA N°. 4**

**NUMERO DE CRIAS PROMEDIO EN LAS RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS  
AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
60 minutos	6,75	a
40 minutos	8,33	a
20 minutos	9,67	b
Control	11,50	c
$F_o=17.56$ $F_t=3.71$ $P<0.05$		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 4**, según el análisis de la varianza ( $F_o=17.56$ ) muestra que el número de crías en las ratas expuestas y no expuestas al de humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, la prueba de tukey nos muestra que el menor número de crías se encontró en ratas expuestas a 60 minutos (6,75) y 40 minutos (8,33) y estos difieren de los demás grupos.

**TABLA N°. 5**

**PESO PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS AL  
HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
60 minutos	4,289	a
40 minutos	5,130	a
20 minutos	5,659	b
Control	6,152	c
Fo=23.26      Ft=3.71      P<0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 5**, según el análisis de la varianza (Fo=23.26) se muestra que el peso promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo, la prueba de tukey nos indica que las ratas expuestas a 60 minutos (4,289gr) y 40 minutos (5,130) presentaron crías con los menores pesos y estos grupos difieren de los demás.

TABLA N°. 6

TALLA PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS  
AL HUMO DE LEÑA

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
60 minutos	51,872	a
40 minutos	59,463	a
20 minutos	62,870	b
Control	67,264	c
Fo=20.54      Ft=3.71      P<0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

La tabla N°. 6, según el análisis de la varianza ( $F_o=20.54$ ) se muestra que la talla promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, la prueba de tukey nos indica que las ratas expuestas que presentaron la menor talla promedio fueron las de 60 minutos (51,872 mm) y 40 minutos (59,463 mm) y estos grupos experimentales difieren de los demás.

TABLA N°. 7

**PERIMETRO CRANEAL PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y  
NO EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
60 minutos	37,341	a
40 minutos	41,639	b
20 minutos	43,419	c
Control	45,908	d
	Fo=99.71      Ft=3.71	P<0.05

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 7**, según el análisis de la varianza ( $F_o=99.71$ ) se muestra que el perímetro craneal promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, la prueba de tukey nos indica que el menor perímetro craneal en crías de ratas se encontró a 60 minutos (37,341 mm) de exposición y este grupo difiere de los otros grupos experimentales.

TABLA N°. 8

**NÚMERO DE CRIAS VIVAS PROMEDIO EN RATAS EXPUESTAS Y NO  
EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
40 minutos	4,00	a
60 minutos	4,75	a
20 minutos	7,00	b
Control	11,50	c
Fo=43.85      Ft=3.71      P<0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 8**, según el análisis de la varianza (Fo=43.85) se muestra que el número de crías vivas promedio de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo, la prueba de tukey nos indica que el menor número de crías vivas en las ratas expuestas se encontró a 40 minutos (4,00) y 60 minutos (4,75) de exposición.

TABLA N°. 9

**MORTINATO PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO  
EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
Control	0,00	a
60 minutos	2,00	b
20 minutos	2,67	b
40 minutos	4,33	c
	Fo=33.59	Ft=3.71
		P<0.05

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 9**, según el análisis de la varianza (Fo=33.59) se muestra que el mortinato promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo, en la prueba de tukey se observa que el mayor promedio del mortinato se presentó en ratas expuestas durante 40 minutos (4,33) y este grupo difiere de los otros grupos experimentales.

TABLA N°. 10

**MUERTE SUBITA PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO  
EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
Control	0,00	a
20 minutos	2,00	b
40 minutos	2,33	b
60 minutos	3,50	b
	Fo=14.86	Ft=3.71
		P<0.05

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 10**, según el análisis de la varianza (Fo=14.86) se muestra que la muerte súbita promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo, en la prueba de tukey se evidencia que el promedio de muerte súbita en las ratas expuestas a 20 minutos fue de 2.00, a 40 minutos fue de 2.33 y las expuestas a 60 minutos fue de 3.50 y difieren del grupo control.

**TABLA N°. 11**

**OBITO FETAL PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO  
EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
Control	0,00	a
20 minutos	0,00	a
60 minutos	0,50	a
40 minutos	1,00	a
Fo=2.46      Ft=3.71      P>0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 11**, según el análisis de la varianza (Fo=2.46) se muestra que la óbito fetal promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña no presentaron diferencias estadísticas significativas (P>0.05).

**TABLA N°. 12**

**RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO INTRAUTERINO PROMEDIO EN LAS CRIAS  
DE RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
Control	0,00	a
20 minutos	1,00	a
40 minutos	1,33	a
60 minutos	1,75	a
	Fo=2.33	Ft=3.71
		P>0.05

**Fuente:** Elaboración Personal

La **tabla N°. 12**, según el análisis de la varianza (Fo=2.33) se muestra que la restricción del crecimiento intrauterino promedio de las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña no presentaron diferencias estadísticas significativas (P>0.05).

**TABLA N°. 13**

### SINDACTILIA PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
Control	0,00	a
20 minutos	1,33	a
40 minutos	2,25	b
60 minutos	2,33	b
Fo=7.31      Ft=3.71      P<0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 13**, según el análisis de la varianza ( $F_o=7.31$ ) se muestra que la sindactilia promedio en las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, la prueba de tukey nos indica el mayor promedio de sindactilia se presentó en ratas expuestas a 40 minutos (2,25) y 60 minutos (2,33) respectivamente y difieren del grupo control y del grupo experimental expuesto a 20 minutos.

TABLA N°. 14

**PRESENCIA DE COLA CORTA PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS  
EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

EXPOSICIÓN	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
Control	0,00	a
20 minutos	0,33	a
40 minutos	1,00	a
60 minutos	1,00	a
Fo=1.97      Ft=3.71      P>0.05		

**Fuente:** Elaboración Personal

**La tabla N°. 14**, según el análisis de la varianza (Fo=1.97) se muestra que la cola corta promedio en las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña no presentaron diferencias estadísticas significativas (P>0.05).

TABLA N°. 15

**MICROMELIA PROMEDIO EN LAS CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO  
EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**

<b>EXPOSICIÓN</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Control	0,00	a
20 minutos	1,00	a
40 minutos	1,75	a
60 minutos	2,00	b
Fo=4.43      Ft=3.71      P<0.05		

Fuente: Elaboración Personal

La tabla N°. 15, según el análisis de la varianza ( $F_o=4.43$ ) se muestra que la micromelia promedio en las crías de ratas expuestas y no expuestas al humo de leña presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ).

Asimismo, la prueba de tukey nos indica que el mayor promedio de micromelia se presentó en ratas expuestas a 60 minutos (2.00).



## DISCUSION

La contaminación de la Biomasa (principalmente de leña) en el Perú, es un problema grave para la población, específicamente a las personas que depende de ella como fuente de energía en sus cocinas que prevalecen sobre todo en las zonas rurales, alto andinas de nuestro país, al estar expuestas al humo producto de su combustión en el uso doméstico, afectando el desarrollo normal de un embarazo tanto como en el crecimiento del producto.

Uno de los gases contaminantes más potentes que contiene el humo de leña es el monóxido de carbono (CO), es generado en espacios interiores por sistemas de combustión no ventilados, o pobremente ventilados, siendo también el humo de cigarrillo una importante fuente de CO. El CO se combina fácilmente con la hemoglobina de la sangre al ser respirado, formando Carboxihemoglobina (COHb), esto se debe a que en presencia de CO y O<sub>2</sub>, el primero es 200 veces más efectivo para combinarse. La COHb depende del CO en el aire, la duración de la exposición y el nivel de actividad individual. Una vez en el cuerpo humano, el CO tiene una vida media de 5 horas y bloquea el transporte de oxígeno hacia los tejidos, y la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias afecta principalmente los órganos y tejidos que dependen exclusivamente o principalmente de la respiración aeróbica. Se han observado en estudios que la contaminación de monóxido de carbono (CO) en el embarazo, causa principalmente reducción del peso en el nacimiento y desarrollo retrasado posnatal.

En el presente estudio se realizó para evaluar e identificar los riesgos y efectos de la exposición al humo de leña en ratas preñadas en donde se encontraron diferencias significativas en comparación con el grupo control que no fue expuesto al humo de leña, como: abortos, partos pre términos, partos a término, tanto el incremento de peso como la circunferencia abdominal

fueron menores a las del grupo control. En el caso de las crías se presentó bajo peso al nacer, perímetro craneal y talla baja, RCIU, como también malformaciones fetales (Sindactilia, cola corta y micromelia) y complicaciones fetales (Muerte súbita, mortinato y óbito fetal).

Con respecto a la terminación de la preñez se encontró que el 25% del grupo de 20 y 40 minutos presento aborto, el 75% del grupo de 40 y 60 minutos presento preñez pre término a comparación del grupo control que tuvo un 100% en preñez a término. En el incremento de peso, se observó que fue mayor en el grupo control con 105,00 gr y el menor del grupo de 40 minutos expuesto al CO con 65,25 gr, y la Circunferencia abdominal también se observa el mayor incremento en el grupo control con 52,63 mm y el menor en el grupo 40 minutos con 28,03 mm. El número de crías en el grupo control fue de 11,50 y el menor número fue en el grupo de 60 minutos con 6.75. Hallazgos similares encontramos en el estudio de **PACHECHO Y MANTILLA (22)**, de diseño experimental, donde se utilizaron 24 unidades experimentales de ratas del genero *rattus norvegicus* var. Wistar, de 200 a 300 gr de 16 semanas de edad, distribuidas en 4 grupos, el primero conformado por 6 ratas a las que no se expuso al CO y 3 grupos cada uno de 6 ratas a las que se expuso a 400 ppm, 600 ppm y 1400 ppm de CO. La exposición se dio mediante la combustión de gasolina G84 por 20 minutos diarios durante los 24 días de gestación. Donde se observó que el 33.3% de ratas expuestas al CO del grupo 600 ppm presento aborto y el 100% del grupo expuesto a 1400 ppm tuvo preñez pre termino a comparación del grupo control y el grupo de 400 ppm que tuvo un 100% en preñez a término. Así mismo se observó que el peso del grupo de 1400 ppm antes de la preñez fue de 232.98 gr y durante fue de 249.53 gr a comparación del grupo control que tuvo antes 230.57 y durante 255.25 gr., de la misma manera no se encontró diferencia significativas en los grupos de experimentación con el de control en cuanto a el perímetro abdominal. El número de crías de ratas expuestas al CO se encontró que difiere

significativamente del grupo control (10.5) y el grupo 1400 ppm (4.67). En cuanto al peso, talla y circunferencia abdominal, se encontró que la menor talla (51.92mm) y circunferencia craneal (36.69 mm) y peso (5.64 gr) se dio en el grupo de 1400 ppm. En el RCIU se encontró que el grupo de 600 ppm presentó el mayor porcentaje (6.33%). Anomalías se encontraron diferencias en cuanto a óbito fetal, micromelia y muerte súbita respecto al grupo control, sin embargo no se observó diferencias significativas en las anomalías de sindactilia y cola corta.

En el estudio de **GAWORSKI** (17), con ratas Sprague Dawley expuestas a 2 horas por día, 7 días por semana, por inhalación de humo de cigarrillo. Se utilizaron concentraciones de 150, 300 y 600 mg por m. Se observó que se produjo una toxicidad materna a concentraciones de 300 y 600 mg TPM/m, donde la ganancia de peso corporal durante la gestación fue significativamente menor en comparación con los grupos controles. En este estudio confirma que la exposición materna a altos niveles de humo del cigarrillo durante la gestación y la lactancia reduce el peso al nacer y retrasa el crecimiento en neonatos de ratas. Estos resultados con los nuestros son similares ya que se observó que a mayor tiempo de intoxicación menor es el peso ganado por las ratas presentando una ganancia total por grupo control de 105 gr, mientras que el grupo expuesto a 60 minutos de humo de leña tuvo un incremento de 66.25 gr.

A diferencia de otros trabajos como el de **LEICHTER** (20), en el cual se expusieron a ratas preñadas al monóxido de carbono (CO) durante un periodo de 2 horas durante toda la gestación, en una concentración de 1000 – 1200 ppm al día durante un periodo de 2 horas. Los pesos corporales de los fetos expuestos al monóxido de carbono (CO) fueron significativamente más bajos que los del grupo control y se encuentra que el tamaño de la camada no fue

significativamente diferente entre los 3 grupos. Las ratas expuestas al monóxido de carbono (CO) tenían valores de hematocrito significativamente más altas que los otros grupos. Comparando este estudio con el nuestro se encuentra similitud en cuanto a pesos corporales de los fetos donde observamos el mayor peso en el grupo control (6,152 gr) y el menor en el grupo de 60 minutos (4,289 gr) y en el tamaño de la camada encontramos que el grupo control tuvo 46 crías mientras el grupo de 60 minutos tuvo 27 crías.

En cuanto a la talla, peso y perímetro craneal en nuestra investigación observamos que los valores más altos en talla se dio en el grupo control con 67,264 mm, peso 6,152 gr y circunferencia craneal 45,980 mm a comparación del grupo de 60 minutos que tuvo los valores más bajos de talla 51,872 mm, peso 4,289 gr y circunferencia craneal 37,341 mm, similar a la investigación de **TOME** (25), realizada en cuba, consistió en un estudio somatometrico a las crías de ratas con crecimiento intrauterino retardado desde el nacimiento hasta el destete tuvo como resultado que la disminución del flujo sanguíneo en los días finales de la gestación provocan en el momento del nacimiento una disminución severa de las variables de peso, talla y diámetros craneanos; lo cual es expresión del daño causado por la disminución ostensible en el aporte de nutrientes y oxígeno a que se expone el feto en las etapas finales de la gestación. Comparado con nuestro estudio también encontramos resultados similares con respecto a la restricción del crecimiento intrauterino.

El nuestro estudio el número de crías fue menor en el grupo de 60 minutos (6,75) de expuestos al humo de leña, incrementando sus complicaciones fetales en cuanto a muerte súbita con mayor valor en el grupo de 60 minutos (3,50), mortinatos mayor valor en el grupo 40 minutos (4,33) y

óbito fetal mayor en el grupo de 40 minutos (1,00) y RCIU mayor en 60 minutos (1,75) en grupos expuestos al humo de leña a comparación del grupo control que no presentó ninguna complicación. Los hallazgos encontrados en el estudio realizado por **GUAN** (19), realizado en ratas preñadas se observó que el porcentaje medio de mortalidad fetal por camada de ratas expuestas al CO a 0, 65, 125, 250, 500 ppm era de 4.52, 5.89, 12.50, 12.50, 55.30, respectivamente. La media del número de fetos muertos o reabsorbidos por camada en el grupo de dosis alta fue significativamente mayor que el valor de control. Así mismo el peso de los fetos a partir de 125, 250 y 500 ppm de CO expuesto se redujo significativamente en comparación con los de los controles. El peso fetal no fue influenciado significativamente por la exposición a 65 ppm de CO.

En nuestro estudio observamos el menor peso en el grupo de 60 minutos expuestos al Humo de leña con 4,289 gr comparado con el grupo control 6,152 gr. Hallazgos similares por **GOUVEIA Y COLS** (18), realizaron un estudio en ratas preñadas donde llegaron a la conclusión que el aumento de 1 ppm de monóxido de carbono determinaría una reducción en el peso de recién nacidos en 23 gramos, lo cual ha sido propuesto por un gran número de investigadores causaría numerosas alteraciones en diversos órganos y sistemas. Este estudio comparado con el nuestro se observa una similitud con respecto a la reducción de peso en crías recién nacidas.

**IZBISKY** (29), un cigarrillo encendido genera más de 3600 compuestos conocidos, clasificables básicamente en 4 grupos: alcaloides (nicotina, cotinina, anabasina), gases (CO, CO<sub>2</sub>, cianuro de hidrógeno), hidrocarburos, y metales (Cu, Cd, Ni, Hg). El efecto fetal observado con mayor

frecuencia es el retardo de crecimiento intrauterino. El fumar de 10 a 20 cigarrillos por día reduce el peso fetal aproximadamente en 200 grs. Existen diferentes hipótesis que intentan explicar este fenómeno: disminución de la perfusión uteroplacentaria, desproporcionado aumento de la carboxihemoglobina fetal con hipoxia relativa, efecto tóxico directo de la nicotina y tiocianatos, afección del transporte placentario de aminoácidos. Considerando las complicaciones obstétricas anteriormente mencionadas y los efectos directos, el feto de una madre fumadora tiene un riesgo aumentado para morbilidad perinatal. A esto contribuye mayormente la prematuridad y sus complicaciones. El riesgo de muerte intrauterina aumentó el 36 % y el de muerte neonatal 14% en madres que fuman menos de un atado de cigarrillos por día, mientras que el riesgo aumenta 62% y 42% respectivamente en aquellas que fuman más de 20 cigarrillos diarios. Los resultados de esta investigación son similares a los nuestros en cuanto a mortinatos que fue mayor en el grupo de 40 minutos, pero se observa que a mayor tiempo de contaminación de humo de leña en el grupo de 60 minutos presentó mayor índice de muerte súbita, que el grupo de 40 y 20 minutos.

De acuerdo a los resultados expuestos y observados tanto en nuestra investigación como en los otros estudios realizados, podemos verificar que el humo de leña es altamente contaminante y perjudicial para la salud y especialmente en la etapa de gestación, en este caso como obstetras tenemos el deber de velar por la integridad y la salud de nuestras pacientes considerando que nuestro papel y aporte en la sociedad es sumamente importante, es por esto que no podemos dejar pasar por alto, este tipo de contaminaciones que son dañinas para el público en general, por ello es importante prevenir e instruir a nuestras madres gestantes para utilizar de manera adecuada, disminuir o eliminar el uso de la Biomasa, principalmente la leña, que es una de las fuentes de energía más utilizadas en nuestro país, sobre todo en el uso doméstico, por personas que no tienen

un bajo nivel económico, es decir, aquella que se encuentran en zonas rurales, alto andinas, que viven en pobreza extrema.

Se sabe que en nuestro País existe un alto porcentaje de pobreza y pobreza extrema y que no es fácil de eliminar, es por ellos que nosotros conformamos una parte fundamental para ellos al momento de prevenir riesgos y complicaciones en la etapa prenatal, al educar sobre el uso de la Biomasa como una fuente de energía.



## CONCLUSIONES

### PRIMERA

En las ratas preñadas expuestas al humo de leña se encontró que la frecuencia de aborto, preñez pre termino y a término presentaron diferencias significativas del grupo control.

En cuanto al incremento de peso y circunferencia abdominal en ratas expuestas al humo de leña fue menor en el grupo de exposición de 40 minutos.

A mayor tiempo de exposición de ratas al humo de leña menor es el número de crías.

### **SEGUNDA**

Las crías de ratas expuestas al humo de leña presentaron menor peso, talla y perímetro craneal en 60 y 40 minutos de exposición.

Se encontró mayor proporción en las crías de ratas expuestas al humo de leña de sindactilia, cola corta en 60 y 40 minutos de exposición y mayor proporción de micromelia y mortinato en 40 minutos de exposición.

### **TERCERA**

Las ratas expuestas al humo de leña tienen más efectos a mayor tiempo de exposición en la terminación de la preñez, incremento de peso, circunferencia abdominal y número de crías, a diferencia del grupo control que no presentó efectos durante su preñez.

### **CUARTA**

Se observó que a mayor tiempo de exposición de las crías de las ratas expuestas al humo de leña menor fue el peso, talla y perímetro craneal a diferencia del grupo control que no presentó estos efectos.

Las crías de ratas expuestas al humo de leña presentaron complicaciones fetales como restricción del crecimiento intrauterino, mortinato, óbito fetal y muerte súbita, también malformaciones congénitas como sindactilia, cola corta, micromelia mientras que el grupo control no presentó ninguna complicación ni malformación.

## **RECOMENDACIONES**

- Mediante la presente investigación informar a la población, sobre todo en zonas rurales el daño que causa el mal uso del humo de leña ya que este nos muestra los efectos a los

que están sometidos las personas que utilizan la leña como fuente de energía e ignoran lo peligroso y altamente contaminante que es y sobre todo educar e indicar a las gestantes que tienen que evitar la exposición al humo de leña u otros elementos tóxicos porque podrían afectar su salud como la de su bebe, ya que la leña tiene como principal toxico el monóxido de carbono, que a mayor tiempo de exposición mayores son los efectos en las ratas norvegicus wistar y sus crías que al tener una embriología parecida al humano podría tener los mismos efectos o mayores complicaciones.

- Se recomienda reiniciar el plan de cocinas mejoradas a nivel nacional para mejorar la calidad del aire en los hogares que utilizan la leña como fuente de energía, mejorando sus cocinas y educando a la población en general sobre el correcto uso de la leña como combustible.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca B, Erika. Desarrollo de un modelo experimental para producir Enfisema pulmonar inducido por humo de leña analizando la Actividad colagenolitica endógena, Tesis de División de Ciencias de Biológicas y de la Salud; 2008.
2. AG., R. S. Efecto del humo de leña en la función pulmonar de una población indígena. Guatemala: UFM; 1993.
3. Burns a., a., lovich, r., maxwell, j., & shapire, K. onde no hay doctor para mujeres, Manual para la salud de la mujer. Hesperian Foundation; 1999.
4. Clause, B. Rats (Not Mice) and History. The Wistar Institute Archives; 1998
5. De La Cruz Morales, M. A. Caracterización clínico-epidemiológica de mujeres del área rural expuestas al humo de leña utilizada como combustible para cocinar. Guatemala: USCG; 2010.
6. Fise, F. d. Fondo de Inclusión Social Energético. (O. -P. FISE, Ed.) Revista Semestral; julio del 2014.
7. Gonzales M., H. E. Descomposicion termica de la madera. Perú: unalm; 2010.
8. INEI. Condiciones de Vida en el Perú - Informe Tecnico. Peru; 2014

9. Meredith, Anna; Redrobe, Sharon; Manual de Animales exóticos, V(14), Madrid, Ed. Mayo, 2012
10. Moreno, A. C. Primer Seminario Taller Latinoamericano de Cocinas limpias - Junio. Lima; 2014
11. Organización, d. I. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000. Roma: FAO; 2002
12. Rehfues, E. Energía Domésticay Salud: Combustibles para una vida mejor. Francia: OMS; 2007
13. Sierra Vargas, F. E. Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de usme. Bogota: UNC; 2011
14. Zegarra C.,Victor, Lloja Lozano, Luis, Yatto, Eliana. “Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme, Tesis de UNC, Colombia, 2011.

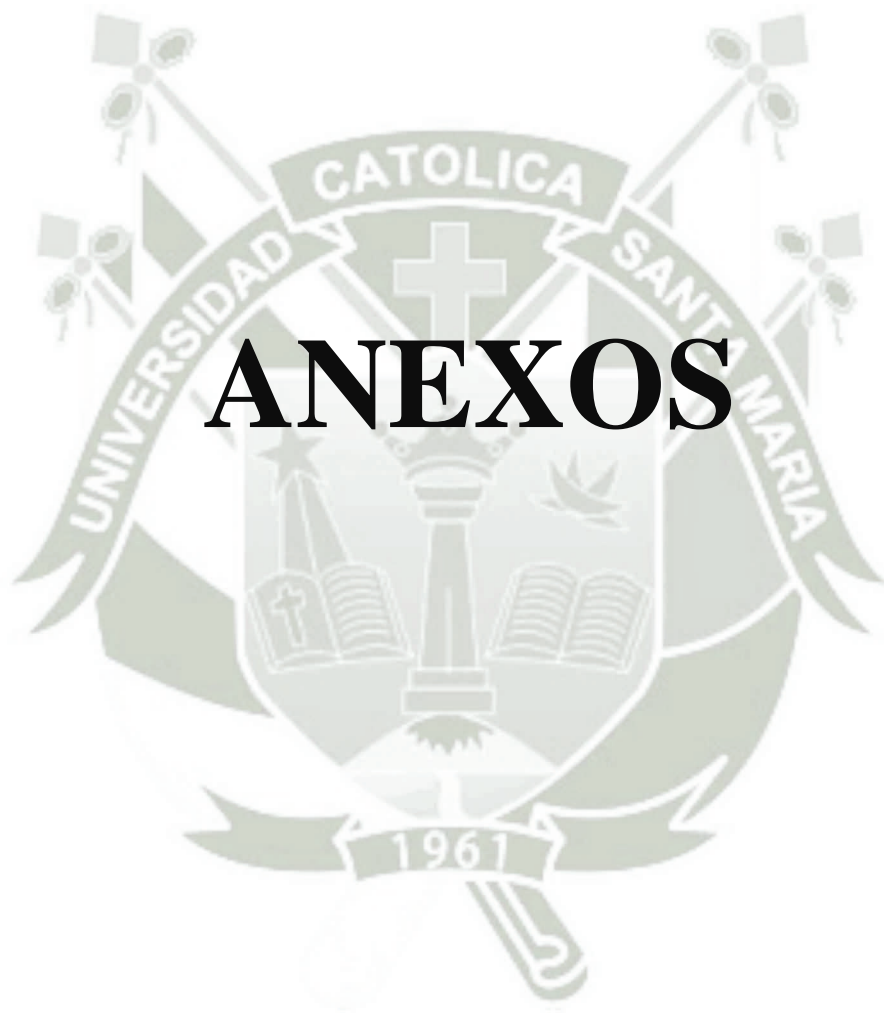
## HEMEROGRAFIA

15. De Koning HW, S. K. Biomass fuel combustion and health. Bull World Health Organ; 1985; 63:11-26.
16. De la cruz, R. R. Control endocrinal del ciclo reproductor en rata. Enseñanza Universitaria; 1998, 545:554.
17. Gaworski, C.; Carmines, E. Exposición de ratas al humo de cigarrillo, efectos sobre el desarrollo prenatal y postnatal. Toxicol Sci; 79(1): 157-169, 2004 May.
18. Gouveia N, Bremner SA, Novaes HM. Association between ambient air pollution and birth weight. São Paulo, Brazil. J Epidemiol Community Health 2004;58:11-17
19. Guan, L.; Toxicología, N(262), V(2), 52-146, 2009
20. Leichter, J., Is Carbon Monoxide a Workplace Teratogen a review and evaluation of the literature. ArchBiochem 9:267-72 (1993)
21. Montaña R., M. C. Presencia de estrés oxidativo en un modelo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica inducido con exposición a humo de leña en cobayos. Revista del instituto nacional de enfermedades respiratorias; 2010; 22:4:272-279.

22. Pacheco, Astry, Aliaga, Lilian. Efectos del monóxido de carbono en las ratas *rattus norvegicus* wistar preñadas y sus crías, Arequipa, 2013
23. Plaza V, Á. F. Guía española para el manejo del asma. *Arch Bronconeumol*; 2003, 39:3:42.
24. SMITH, K. El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud. *Unasylva*; 2006 57:4:4:224.
25. Tomé, O; Cruz, Y, Alfonso C. Estudio somatométrico de crías de rata con crecimiento intrauterino retardado desde el nacimiento hasta el destete. *Revista Cubana Invest Biomed* V(25), N(4). Ciudad de la Habana, Sep-Dic, 2006.

## INFORMATOGRAFÍA

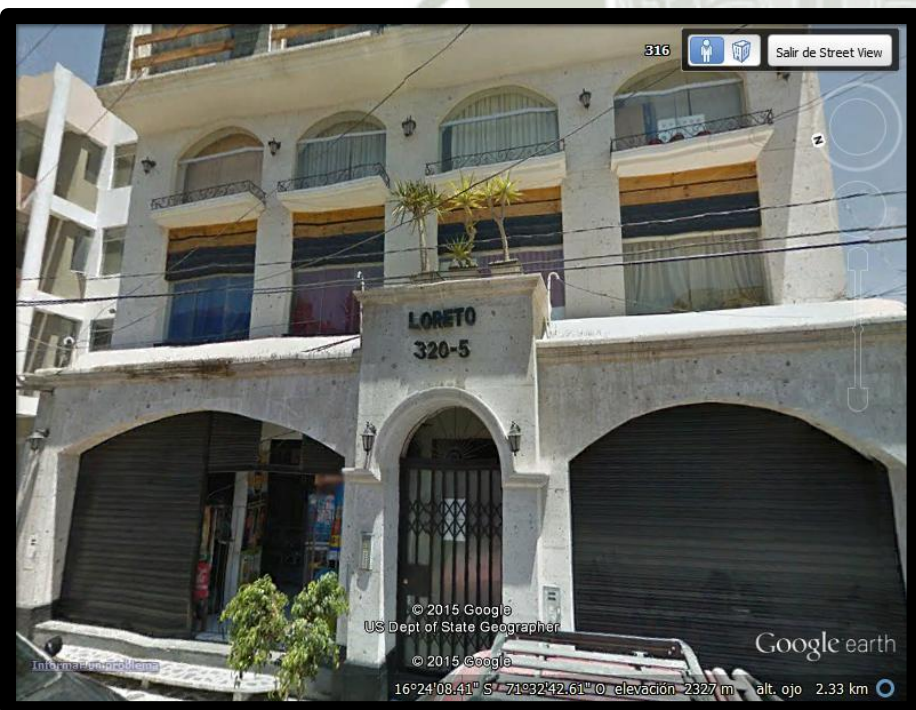
26. Animalosis. Ciclo estral de la Rata; Mayo de 2008. Obtenido de <http://animalosis.com/ciclo-Estral-en-la-rata/>
27. Arqhys. La Madera - República Dominicana; 5 de septiembre de 2009. Obtenido de <http://www.arqhys.com/lamadera>
28. Helpdesk, E. (s.f.). Clasificación de la madera. Obtenido de [www.exporhelp.europa.eu](http://www.exporhelp.europa.eu)
29. Izbisky, Gustavo; El hábito de fumar durante el embarazo, BsAs, Argentina, 2013  
obtenido de: [http://www.sids.org.ar/m\\_matycigarrillo\\_2.htm](http://www.sids.org.ar/m_matycigarrillo_2.htm)
30. La Leña; 2013. Obtenido de <http://www.churrasquino.es/68378806>.
31. Moreno, L. Monografias; 11 de Marzo de 2012. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos91/monografia-energia/monografia-energia.shtml>
32. Nitro, C. Dark Show; Enero de 2014. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/es/>
33. Online, B. (s.f.). Todo sobre Ratas . Obtenido de <http://www.ratas.ar/index.php>
34. Rogers, T. Señales de que una rata hembra esta embarazada; 2011. Obtenido de [http://www.ehowespanol.com/senales-rata-hembra-embarazada-lista\\_477739/](http://www.ehowespanol.com/senales-rata-hembra-embarazada-lista_477739/)
35. Wikipedia. 8 de abril de 2015. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Le%C3%B1a>



# ANEXOS

**ANEXO N° 1**

**MAPA Y UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**



**ANEXO N° 2**

**JAULAS DE CRIANZA Y ALIMENTACION**



### MATERIAL CONTAMINANTE (LEÑA)



### MEDIDOR DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)



**ANEXO N° 3**

**CÁMARA DE VIDRIO**



**HORNO**



**MODELO DE PROCESO EXPERIMENTAL**



**ANEXO N°4**

**PROCESO DE EXPOSICIÓN AL HUMO POR 20 MINUTOS**



**PROCESO DE EXPOSICIÓN AL HUMO POR 40 MINUTOS**



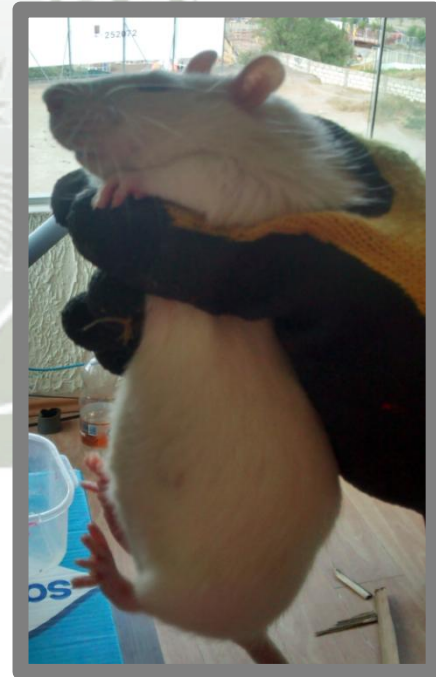
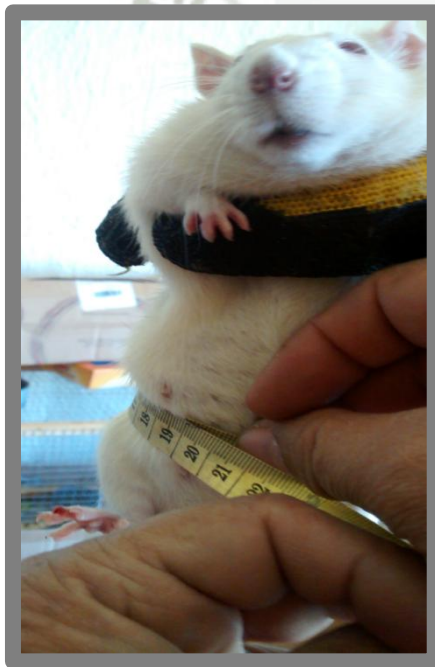


**PROCESO DE EXPOSICIÓN AL HUMO POR 60 MINUTOS**



**ANEXO N°5**

**MEDICION DIARIA DE CIRCUFERENCIA ABDOMINAL DE RATAS PREÑADAS**



**MEDICION DE PESO DIARIO DE RATAS PREÑADAS**



ANEXO  
N°6

**TERMINACION DE PREÑEZ DE RATAS (*Rattus Norvegicus Wistar*)**

ABORTOS



Expulsión

Control

**PREÑEZ PRE-TERMINO**

**PREÑEZ A TERMINO**



**ANEXO N°7**

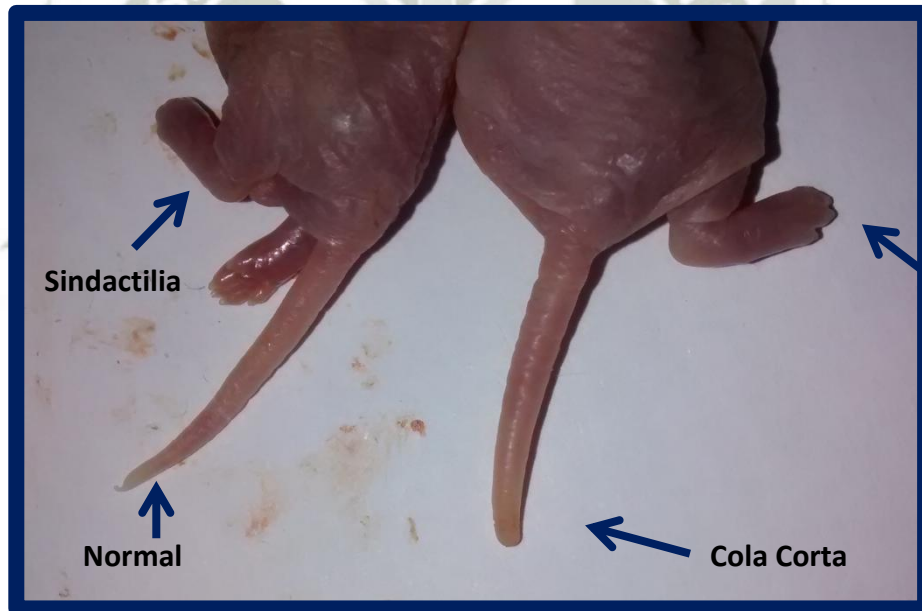
**MALFORMACIONES FETALES EN CRÍAS DE RATAS**

**COLA CORTA**



Cola Corta

Cola Corta



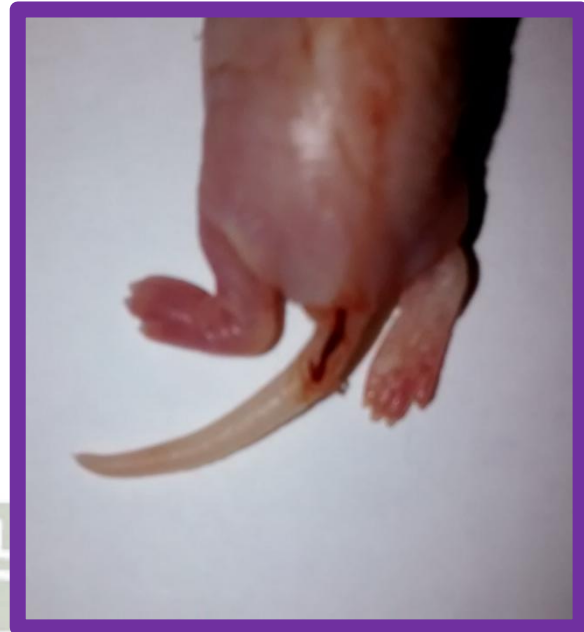
Sindactilia

Normal

Cola Corta

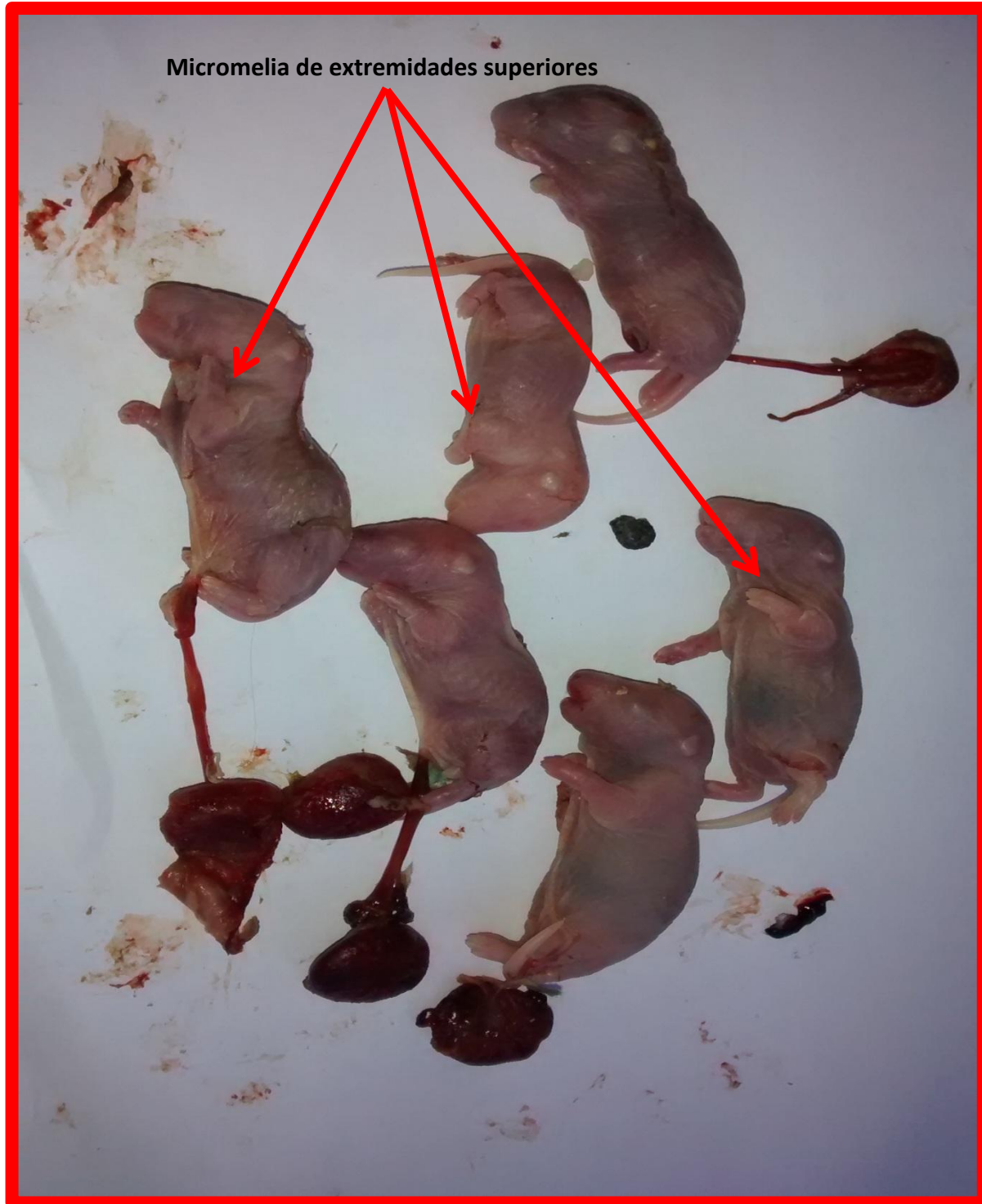
Sindactilia

SINDACTILIA



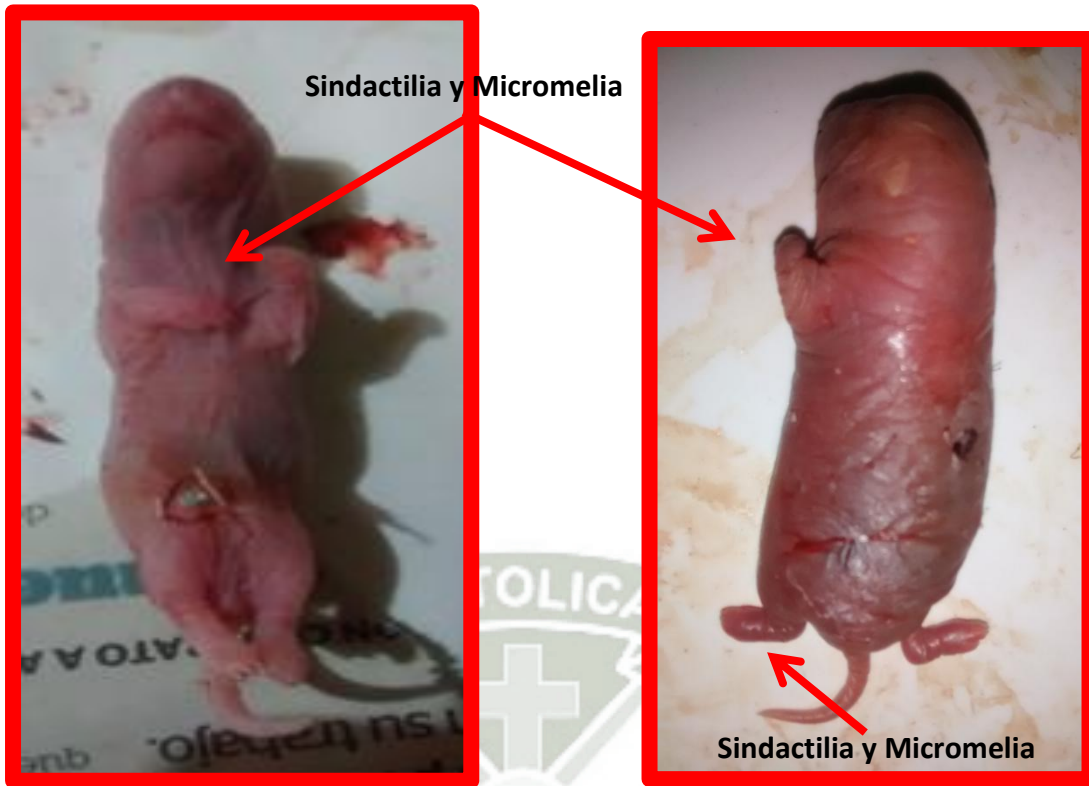
MICROMELIA

Placenta Necrosada

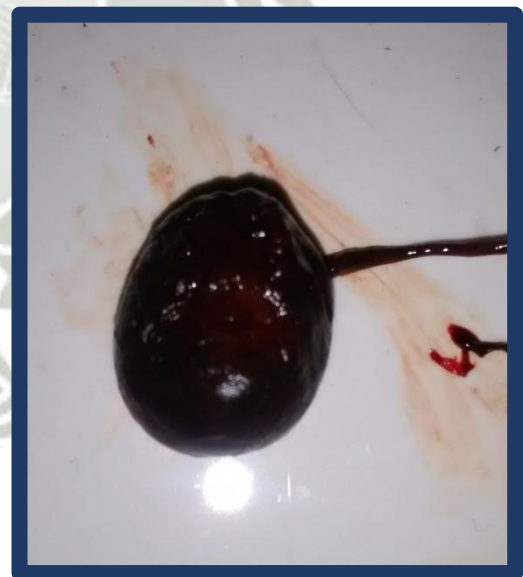
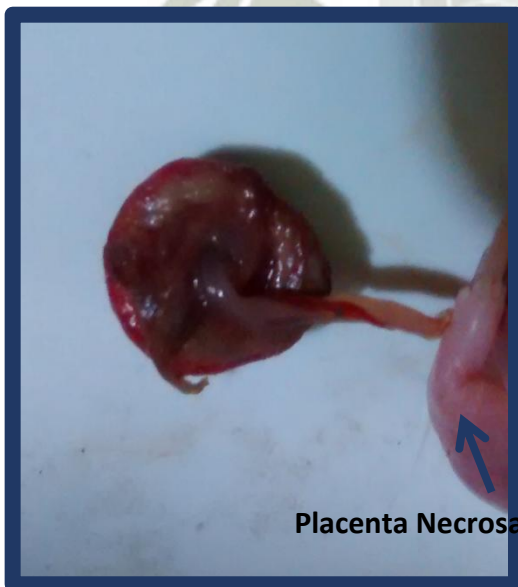




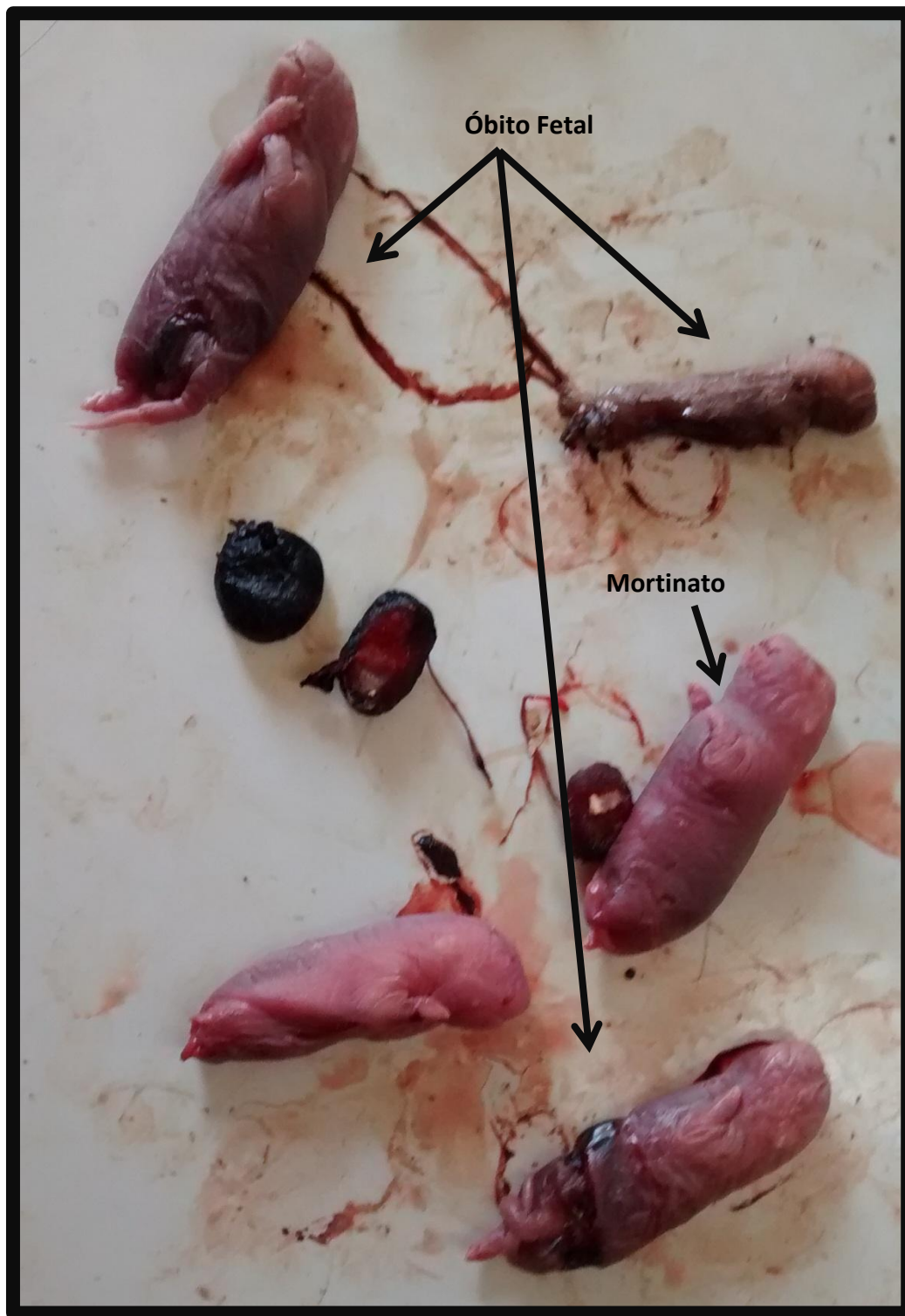
**MICROMELIA Y SINDACTILIA**



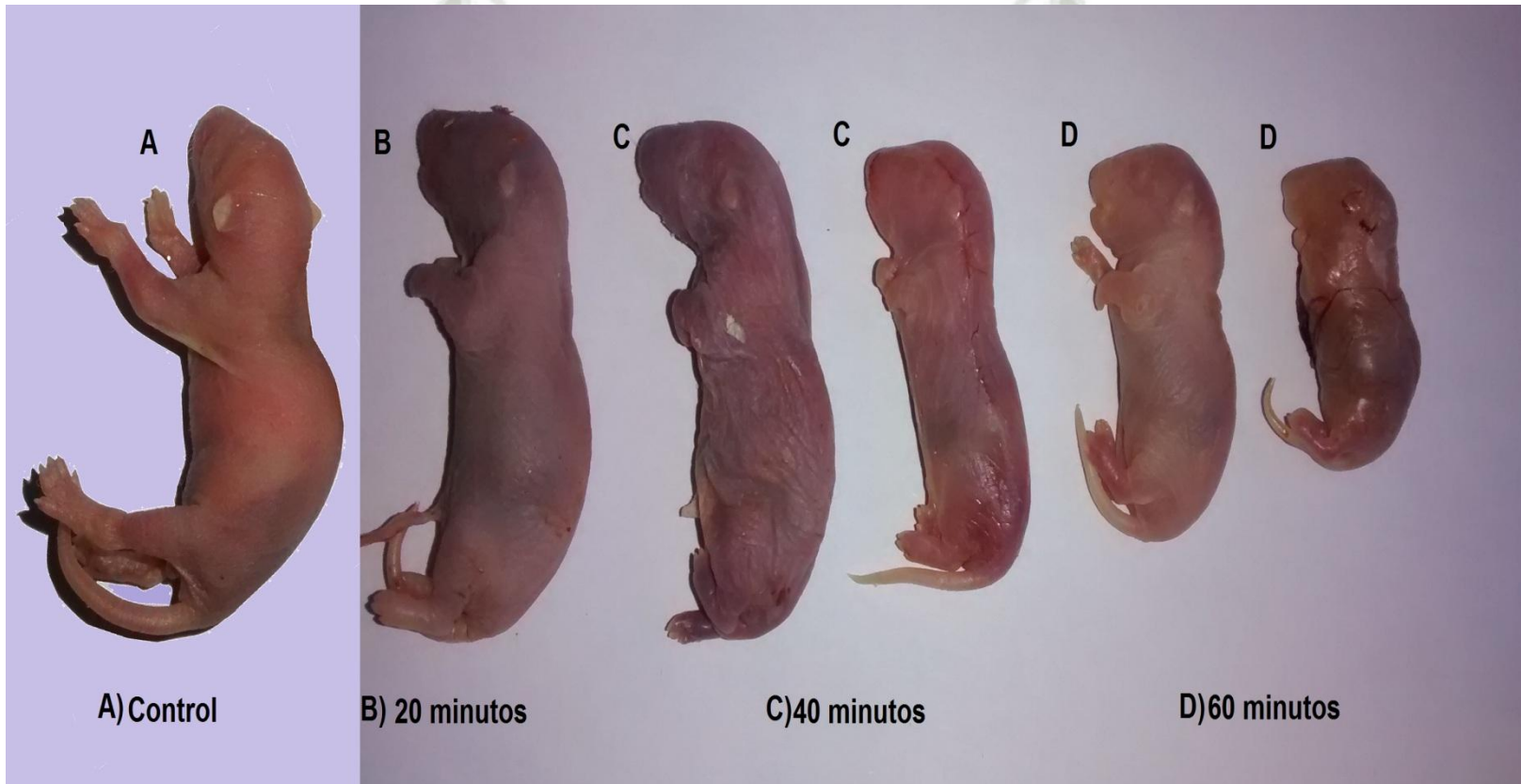
PLACENTA NORMAL Y NECROSADA



OBITO FETAL Y MORTINATO



**CRIAS DE RATAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS AL HUMO DE LEÑA**



**ANEXO N° 8**  
**MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN**

EXPOSICION AL HUMO DE LEÑA		INCREMENTO DE PESO	CIRCUNFERENCIA ABDOMINAL	NRO DE CRIAS	PESO PROMEDIO DE CRIAS	TALLA PROMEDIO DE CRIA	PC PROMEDIO DE CRIA	NRO DE CRIAS VIVAS	MORTINATO	MUERTE SUBITA	OBITO FETAL	RCIU	SINDACTILIA	COLA CORTA	MICROMELIA
GRUPO CONTROL	1	94	50	10	6	67.2	45.9	10	0	0	0	0	0	0	0
	2	126	50.5	12	6.2	67.6	46.1	12	0	0	0	0	0	0	0
	3	107	60	13	6.1	67	45.9	13	0	0	0	0	0	0	0
	4	93	50	11	6.4	67.3	45.7	11	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		105	52.63	46	6.15	67.26	45.91	46	0	0	0	0	0	0	0
20 MINUTOS	1	85	40.70	10	5.6	64.6	43.5	8	2	3	0	1	2	1	1
	2	84	40.9	10	5.6	58.9	43.2	7	3	1	0	1	1	0	2
	3	41	20.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	91	40.5	9	5.8	65.1	43.6	6	3	2	0	1	1	0	0
TOTAL		86.67	35.58	29	5.66	47.15	43.42	21	8	6	0	3	4	1	3
40 MINUTOS	1	77	30.6	9	4.9	59.9	41.7	5	4	3	2	2	3	1	3
	2	44	20	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	72	30.8	8	5.4	59.9	41.6	3	5	3	1	1	2	0	2
	4	68	30.70	8	5.1	58.6	41.6	4	4	1	0	1	2	2	1
TOTAL		72.33	28.03	25	5.13	59.46	41.64	12	13	7	3	4	7	3	6
60 MINUTOS	1	60	30	6	4.8	55.3	37.3	5	1	3	0	0	2	1	2
	2	65	20.1	6	4.5	52.8	37.8	4	2	4	0	1	1	1	1
	3	61	40	7	3.6	45.6	35.6	5	2	3	1	4	4	2	3
	4	79	50	8	4.3	53.75	38.6	5	3	4	1	2	2	0	1
TOTAL		66.25	35.03	27	4.29	51.87	37.34	19	8	14	2	7	9	4	7