



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE
INCUBADORA NEONATAL PARA PERROS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO

AUTOR: RAMIRO FERNANDO NUGRA ALVARRACIN

DIRECTOR: DR. PABLO GIOVANNI RUBIO ARIAS, PhD.

CO- DIRECTOR: ING ELEC. JUAN CARLOS COBOS, PhD.

CUENCA – ECUADOR

2021

*No me gradúe en los
50 años de La Católica!*

I. DECLARACIÓN

Yo, RAMIRO FERNANDO NUGRA ALVARRACIN, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Ramiro Fernando Nugra Alvarracin

II. CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por RAMIRO FERNANDO NUGRA ALVARRACIN, bajo mi supervisión.



Dr. Pablo Geovanny Rubio Arias MsC.

DIRECTOR



PhD. Elec. Juan Carlos Cobos

CO-DIRECTOR

III. AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por permitirme culminar esta importante meta en mi vida, ya que con su bendición me otorgo a mis amados padres, quienes me supieron guiar en todo momento brindándome su amor y apoyo incondicional durante todos estos años.

A mi familia que ha sido mi pilar fundamental para crecer como persona con sus consejos. A mis maestros que compartieron sus conocimientos dentro y fuera de las aulas.

Al Ingeniero Juan Carlos Cobos, que siempre me apoyo en el transcurso de la investigación, Ing. Pablo Buestan, Ing Manuel Maldonado y al Dr. Edy Castillo Hidalgo y a mi Director Dr. Pablo Rubio. Un agradecimiento sincero por sus precisas sugerencias, quienes con su dedicación y asesoría hicieron posible la culminación de este proyecto.

Ramiro Fernando Nugra Alvarracin.

IV. DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi familia por todo el cariño y amor que me dedican.

A German Nugra y Dora Alvarracin por apoyarme toda la trayectoria de mi vida estudiantil, a mis hermanos Eduardo, Adrián, Christopher, Eulalia y a mi segundo hogar, Luis Miguel, Cristina, Thiago, Victoria Fajardo, Ana, Ángela, Nelly, Patricia, y Santiago, por su constante motivación, me alentaron a culminar mis estudios, estuvieron presentes todos los días y no me dejaron decaer hasta el fin de mis estudios.

Ramiro Fernando Nugra Alvarracin.

V. INDICE GENERAL

I.	DECLARACIÓN	i
II.	CERTIFICACIÓN	ii
III.	AGRADECIMIENTO	iii
IV.	DEDICATORIA	iv
V.	INDICE GENERAL.....	v
VI.	ÍNDICE DE TABLAS	viii
VII.	ÍNDICE DE FIGURAS	ix
VIII.	ÍNDICE DE ANEXOS	x
IX.	RESUMEN	xi
X.	ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1		1
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.3	ANTECEDENTES	4
1.4	OBJETIVOS	5
1.4.1	Objetivo General	5
1.4.2	Objetivos Específicos.....	5
1.5	JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO 2		7
2	MARCO TEORICO.....	7
2.1	GENERALIDADES.....	7
2.1.1	Orígenes de las incubadoras neonatales.....	7
2.1.2	Incubadoras comerciales.....	7
2.1.3	Condición general de una incubadora	8

2.1.4	Identificación del mezclador de gases de la Incubadora	9
2.2	CONDICIONES GENERALES	9
2.2.1	Lactantes	9
2.2.2	No regulan bien su temperatura y están predispuestos a la hipotermia	10
2.3	PARTICULARIDADES E ALTERACIONES	10
2.3.1	Fase de desenvolvimiento de un neonato canino	10
2.3.2	Período Neonatal	10
2.3.3	Período de transición	10
2.3.4	Periodo de Socialización.....	11
2.3.5	Periodo de Juventud	11
2.3.6	Parámetros Vitales	11
2.4	OXIGENO	12
2.4.1	Niveles de concentración de CO2 y sus efectos.....	12
2.5	TEMPERATURA	13
2.5.1	Temperatura Corporal.....	13
2.5.2	Temperatura Rectal.....	13
2.6	CONTROL TÉRMICO EN EL RECIÉN NACIDO PRETÉRMINO.....	13
2.6.1	Factores que contribuyen a la vulnerabilidad del neonato al estrés térmico.....	13
2.7	HUMEDAD	13
2.7.1	Humedad y piel	14
2.8	DISPOSITIVO CONTROLADOR.....	14
2.8.1	Placa microcontroladora	14
2.8.2	Sensor de humedad y temperatura	14
2.8.3	DHT22.....	15
2.8.4	Sensor MQ-135.....	15
CAPÍTULO 3		16
3	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	16
3.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO	16

3.1.1	Coordenadas del lugar	16
3.2	MATERIALES	16
3.2.1	Físicos	16
3.3	METODO.....	17
3.3.1	Diseño.....	17
3.3.2	Construcción.....	21
3.3.3	Evaluar	24
CAPITULO 4	.....	25
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1	RESULTADOS	25
4.1.1	Simulación encendido y apagado.....	28
4.1.2	Programación y Evaluación	29
4.1.3	Sensor DTH22.....	29
4.1.4	SensorMQ135.....	29
4.1.5	LCD 20x4 + 8574.....	30
4.2	DISCUSION.....	31
CAPITULO 5	.....	32
5	CONCLUSIONES	32
CAPITULO 6	.....	33
6	RECOMENDACIONES	33
ANEXOS	.....	34
BIBLIOGRAFÍA	.....	42

VI. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de la incubadora Medix TR 200	7
Tabla 2: Especificaciones de la incubadora Medix TR200.....	8
Tabla 3: Parámetros a evaluar	24

VII. ÍNDICE DE FIGURAS

Fotografía 1: Vista lateral derecha y vista lateral izquierda del prototipo.	18
Fotografía 2: Vista superior y vista base del prototipo.	19
Fotografía 3: Vista frontal y vista posterior del prototipo.	20
Fotografía 4: Acrílico en forma de hexágono.....	21
Fotografía 5: Base de madera	21
Fotografía 6: Ensamblado del prototipo.....	22
Fotografía 7: Porta colchón con base de varillas y Bandeja.	22
Fotografía 8: Caja para los circuitos	23

VIII. ÍNDICE DE ANEXOS

Fotografía 1: Vista lateral derecha y vista lateral izquierda del prototipo.	18
Fotografía 2: Vista superior y vista base del prototipo.....	19
Fotografía 3: Vista frontal y vista posterior del prototipo.	20
Fotografía 4: Acrílico en forma de hexágono	21
Fotografía 5: Base de madera.....	21
Fotografía 6: Ensamblado del prototipo.....	22
Fotografía 7: Porta colchón con base de varillas y Bandeja.....	22
Fotografía 8: Caja para los circuitos.....	23
Fotografía 9: Diagrama de las conexiones de cada uno de los circuitos.....	24
Fotografía 10: Diseño en 3D del prototipo de incubadora neonatal.....	34
Fotografía 11: Fuente de poder	34
Fotografía 12: Circuitos	35
Fotografía 13: Construcción de la caja de acrílico	35
Fotografía 14: Construcción de la base de la incubadora a base de madera.....	36
Fotografía 15: Construcción de la caja que abarcara los circuitos	36
Fotografía 16: Base de acero inoxidable para desechos como orina y heces de los cachorros ...	37
Fotografía 17: Simulación de circuitos en los lugares asignados	37
Fotografía 18: Sensor Dht22	38
Fotografía 19: Sensor Mq135.....	38
Fotografía 20: Medición de amperajes de los circuitos con el multímetro.....	39
Fotografía 21: Ensamblaje de los circuitos y funcionamiento.....	39
Fotografía 22: Automatización de los sensores.....	40
Fotografía 23: Pruebas de iniciación de programación	40
Fotografía 24: Incubadora ensamblada vista frontal	41
Fotografía 25: Iniciando el funcionamiento de la incubadora	41

IX. RESUMEN

En este trabajo se muestra el diseño y construcción de un dispositivo médico capaz de simular un ambiente propicio para neonatos caninos, contribuyendo un monitoreo propicio de los parámetros fisiológicos de tal manera que el operario fácilmente manipule el dispositivo siendo de gran ayuda para los centros veterinarios, para reducir la tasa de mortalidad neonatal canina.

La incubadora neonatal abarca la construcción estructural y un sistema de control manual, se propone utilizar un sistema de *software* y *hardware* Opensource (Código abierto) y *DIY Do It Yourself* (Hazlo tú mismo), los que resultaron sumamente accesibles. Los controles están automatizados para los cuatro estados programados dependiendo del humidificador, ventilador y calefactor, siendo de fácil manipulación con las botoneras para el cambio de rangos, todo esto dependerá de la semana que ingrese en cachorro a la incubadora

La programación dada para cada estado o semana que se encuentre automatizada la incubadora, tanto el calefactor, humidificador, ventilador, como el paso de oxígeno, están programados independientemente para funcionar acorde a cada uno de ellos, por ejemplo, si la temperatura se eleva más del rango permitido el ventilador se enciende y se encarga de ingresar aire al habitáculo así mismo, al tener concentraciones altas de CO₂, ingresara oxígeno.

Palabras claves: Incubadora, Neonato, Temperatura, Humedad, Oxígeno.

X. ABSTRACT

In this work shows the design and construction of a medical device capable of simulating an environment conducive to canine neonates, contributing a suitable monitoring of physiological parameters in such a way that the operator easily manipulates the device, being of great help for veterinary centers. To reduce the canine neonatal mortality rate.

The neonatal incubator encompasses the structural construction and a manual control system, it is proposed to use a software and hardware system Opensource (Open Source) and DIY Do It Yourself (Do it yourself), which were highly accessible. The controls are automated for the four programmed states depending on the humidifier, fan and heater, being easy to manipulate with the buttons to change ranges, all this will depend on the week the puppy enters the incubator.

The programming given for each state or week that the incubator is automated, both the heater, humidifier, fan, as well as the oxygen flow, are independently programmed to function according to each of them, for example, if the temperature rises more than Allowable range the fan turns on and is responsible for entering air into the passenger compartment, as well as having high concentrations of CO₂, oxygen will enter.

Keywords: Incubator, Neonate, Temperature, Humidity, Oxygen.

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

En medicina veterinaria, durante las primeras dos semanas de vida un recién nacido se considera neonato y durante las primeras 24 hora de vida se considera periodo perinatal.

Para el médico veterinario es un desafío constante cuidar y prestar sus servicios a estos pacientes por el tamaño y la fragilidad que presentan. La toma de decisiones debe ser inmediata ya que puede ser la diferencia entre la vida y la muerte.

Actualmente se define la viabilidad neonatal como el potencial del neonato para sobrevivir fuera del útero después del nacimiento. El sistema APGAR, (Aspecto, Pulso, Grimace, Actividad y Respiración) es un método sencillo que puede ser usado para la evaluación rutinaria del neonato y es una herramienta efectiva para identificar a los recién nacidos más débiles. Junto con este examen debe ser indispensable la evaluación de los reflejos neonatales y el control diario de peso corporal debido a que son asociados significativamente con la mortalidad en esta etapa de vida. Además de esto, es necesario recordar que el recién nacido es caracterizado por su inmadurez fisiológica, inmunológica y física, conocer estas diferencias pueden ayudar a facilitar la adaptación del recién nacido al nuevo entorno y a manejar exitosamente urgencias neonatales (Díaz Herrera, 2020).

La reproducción canina a lo largo de los años se ha visto incrementado a nivel mundial. El canino forma parte no solo de la sociedad sino también se ha convertido como parte importante del núcleo familiar, por ello, la Ley Orgánica de Bienestar Animal (LOBA) en Ecuador, busca proteger y hacer respetar los derechos de todos los animales (Hernández M. B., 2018).

Los perros han sido víctimas de la actividad comercial ya que se ha visto en muchos casos destetes de los cachorros a temprana edad, teniendo en consideración que los neonatos caninos necesitan de un ambiente favorable para su desarrollo ya sea mediante la madre o simulando un espacio similar.

La necesidad de las incubadoras neonatales surgió debido a los constantes partos de bebés prematuros, los cuales, sin un medio adecuado que simule el vientre de su madre, corren el riesgo de morir.

El periodo neonatal canino abarca los 10 a 15 primeros días después del nacimiento. Este periodo se caracteriza por una pobre función neurológica, hepática, renal e inmunitaria, con una total dependencia de la madre no solo para alimentarse sino para mantener el calor, tener confort, así como para la defecación y la micción acto reflejo que se realiza por el lamido materno en el área anogenital del neonato (Guerrero López, 2016).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los porcentajes de mortalidad neonatal en caninos oscilan entre en el 30% siendo causales de importantes pérdidas económicas en los criaderos de caninos de razas susceptibles a partos distócicos (Camps, 1994)

Entre las principales causas de patologías en los neonatos están, la hipotermia en el neonato es de fácil aparición pues, debido a su inmadurez, no regulan su temperatura hasta el mes de nacidos. La temperatura ambiental adecuada para el cachorro se sitúa en torno a los 30-32° C las primeras 24 horas, pudiendo luego situarse entre los 28-30° C durante la primera semana, manteniéndose luego en los 26-27° C la segunda y tercera semana y 24-25° C posteriormente.

La hipoxia, es la falta de oxígeno al neonato, obviamente va a ser una causa de muerte. Siendo esta una de las causas más frecuentes. Cualquier causa que limite la dilatación de los alvéolos, Los partos dilatados, cesárea, comprometerá la sobrevivencia del neonato. También partos dilatados pueden desencadenar el reflejo inspiratorio con el cachorro en medio líquido, provocando la aspiración del líquido. Los síntomas de un neonato hipóxico son disnea, cianosis, bradicardia, rechazo materno. El tratamiento consiste en despejar correctamente las vías aéreas, estimular la respiración por medio de fricciones en tórax manteniendo la cabeza hacia abajo, la administración de doxapram, oxigenoterapia. La prevención consiste en lograr un rápido tránsito pelviano, abreviar los tiempos de cesárea, si es posible efectuar la cesárea en decúbito lateral para evitar la compresión de la aorta y cava, uso de un plan anestésico más seguro para los neonatos, reanimación enérgica y competente (Alfonso Sánchez , 2017).

Se estima que 4 millones de muertes neonatales ocurren en el mundo cada año y aproximadamente, 1 por nacimientos prematuros o por una mala práctica al manipular a los neonatos caninos, siendo una de las principales causas de muerte neonatal, particularmente en recién nacidos (RN) con muy bajo peso al nacer (Reyes, y otros, 2015).

Este creciente desarrollo entorno a la cría de perros, impulsa al desarrollo de la reproducción canina, siendo el período neonatal el que demanda atención especializada y eficiente para la madre y el neonato. Uno de los retos que debe enfrentar el veterinario de pequeños animales durante el periodo neonatal, es de pérdidas de los cachorros en los primeros días de vida, ya que es en este periodo donde ocurre el mayor número de muertes y muchas veces por causas no claras. Debe tenerse en cuenta, que en la especie canina los cachorros nacen fisiológicamente inmaduros, siendo el riesgo de pérdidas neonatales mayor que en otras especies animales como por ejemplo bovinos, equinos y ovinos (Guerrero López, 2016).

Razón que nos llevó a plantearnos la necesidad de crear una incubadora accesible para los centros veterinarios que puedan cubrir las necesidades fisiológicas de los neonatos caninos, y a su vez brindar un mejor servicio a la comunidad.

1.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Ha. Es posible diseñar una incubadora canina que sea económica y accesible para los centros veterinarios.

1.4. ANTECEDENTES

La mortalidad en cachorros es un problema que afecta a muchos centros veterinarios desde hace mucho tiempo, el alto porcentaje de muertes neonatales se atribuyen a la falta de cuidados y asistencia médica adecuada a los cachorros al nacer. Por lo que los neonatos caninos en la primera semana de vida deberán tener una adecuada oxigenación, calor, humedad y una ventilación correcta para la supervivencia (Alfonso Sánchez , 2017).

La perra, 2-3 días antes del parto, presenta síntomas nerviosos, busca lugares tranquilos y pierde el apetito probablemente debido a la elevada prolactinemia existente, signos de parto inminente, si monitorizamos la temperatura rectal, se puede observar 24 horas antes del parto un brusco descenso de éstas, La temperatura rectal puede bajar a 37 °C en la perra, por lo que se deberá tomar medidas para la llegada de los neonatos, con la creación de una incubadora neonatal que brinde un ambiente confortable, donde se pueda mantener y monitorizar los parámetros fisiológicos de los neonatos caninos (Gonzales, 2017).

Los cachorros al nacer presentan un estado de inmadurez en su sistema termorregulador, por lo que su organismo se comporta como si fuera un animal poiquiloterma, es decir que varía su temperatura corporal con la del medio ambiente, esto ocurre durante las primeras tres semanas de vida. Es por ello que las condiciones micro ambientales de la madre y de la camada al nacer son de gran importancia para que no se comprometa la supervivencia de los cachorros y para lograr un desarrollo óptimo de los cachorros (Gonzales, 2017).

Debido a los altos índices de mortalidad neonatal en perros, relacionada con los nacimientos prematuros surgió la necesidad de implementar un dispositivo de apoyo vital para preservar la vida de los neonatos. La incubadora es un equipo capaz de brindar las condiciones necesarias para que el recién nacido prematuro pueda tener un correcto desarrollo (Reyes, y otros, 2015).

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un prototipo viable, económico y accesible de incubadora, utilizando materiales eficientes para la construcción que favorezcan la supervivencia del neonato canino.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un prototipo de incubadora económica, mediante la utilización de materiales de bajo costo, que se puedan adquirir en la ciudad, para contar con un diseño que se lo pueda construir en base a las necesidades de los neonatos.
- Construir el prototipo de una incubadora canina, mediante las especificaciones y normas básicas encontradas en el diseño para neonatos caninos, en base a las especificaciones del diseño, que cubra las necesidades fisiológicas de los neonatos.
- Evaluar la funcionalidad del prototipo diseñado, mediante pruebas experimentales de neonatos caninos sometidos a la incubadora, para comprobar la eficiencia, el fácil control y monitoreo de los parámetros de la camada neonatal.

1.6. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen prototipos de incubadoras sofisticadas, y de alta tecnología lo cual es inaccesible para numerosos centros veterinarios por su alto costo, razón que ha llevado a los médicos veterinarios a usar incubadoras diseñadas para su uso humano.

Cada año miles de pacientes sufren daños y muertes debido a una mala atención medica carente de seguridad, esto incluyen mal manejo de los recién nacidos, una mala higiene al momento de manipular al neonato y la falta de atención médica para cubrir sus necesidades fisiológicas.

El estrés térmico se lo atribuye a morbilidad y mortalidad, tanto para los recién nacidos prematuros y de termino, lo que hace que la atención temprana cobre una gran importancia en la monitorización de neonatos prematuros y enfermos, Es necesario que los médicos veterinarios que atienden al neonato canino conozcan las características físicas de los distintos tipos de incubadoras y calentadores radiantes, dado que el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor por el neonato es delicado y se puede alterar por completo, si se modifica algún parámetro del ambiente físico. En los centros veterinarios actuales, se han visto obligados a ingeniar cubiles o cajas de luz para mantener a los neonatos, pero esto no cubre las necesidades de los neonatos porque no hay un correcto manejo de los parámetros fisiológicos, ni la posibilidad de llevar un correcto monitoreo por lo que existe una alta tasa de mortalidad de los neonatos.

Con esta investigación se pretende no solo comparar las prácticas existentes en el servicio, con la bibliografía actualizada sino también incentivar a los veterinarios a mejorar la práctica y aportar conocimiento y tecnología actualizada para un mejor cuidado y bienestar del neonato.

Siendo esta una de las principales razones que nos llevó a diseñar un prototipo de incubadora, que cubra las necesidades de los neonatos caninos, y de un presupuesto económico, accesible para los centros veterinarios para mejorar la atención a los caninos que presentan partos distócico, cachorros débiles al nacimiento, mejorando sus posibilidades de supervivencia mediante el uso de la incubadora, mejorando su calidad de vida.

En el presente estudio se diseña, implementa y se pone en funcionamiento un prototipo viable de incubadora neonatal para centros veterinarios, la misma que cubre las necesidades de los neonatos al nacimiento, con un costo accesible para los propietarios que opten por este servicio.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Orígenes de las incubadoras neonatales

El origen de la incubadora data de 1857, cuando se realizó la primera publicación sobre el tema realizada por Jean Louis Paul Denucé. Los bebés prematuros tenían entre 1 Kg. y 1.5 Kg. de peso como mínimo. Las primeras incubadoras estaban hechas de metal y vidrio, por lo que se podían limpiar y esterilizar de manera rápida y fácil. Los bebés estaban alineados bajo calentadores, y así podían respirar aire filtrado y caliente.

“El concepto de neonatología data desde el año 1892 con el médico Pierre Budin de origen francés, considerado el padre de la neonatología quien en 1905 publicó el libro “Le Nourrisson” (El infante) para lactantes con problemas nacidos de un parto prematuro y un artículo “El uso de la incubadora para niños” donde describe la muerte de 2534 bebés prematuros por falta de incubadoras” (Mendoza, 2019).

2.1.2. Incubadoras comerciales

En el mercado existen diferentes marcas de incubadoras neonatales comerciales, cuyos fabricantes indican en sus catálogos que están diseñadas con las más recientes normas y exigencias internacionales entre ellos la norma IEC60601-2-21 (1996) “Particular requirements for safety of Infant Warmers”. Las medidas estándares de una incubadora son 90 cm. de largo, 40 cm. de ancho y 45 cm. de altura. Presentan generalmente dos modos de operación el modo automático y el modo manual (Mendoza, 2019).

Tabla 1: Características de la incubadora Medix TR 200

- Módulo de control de temperatura de aire microprocesador
- 6 alarmas audiovisuales.
- Capota de acrílico de doble pared, que le confiere aislamiento térmico y total visibilidad.
- Puerta de acceso, dos portillos automáticos, portillo iris lateral y pasa cánulas.
- Cuna desmontable para facilitar el manejo Del bebé y con fajas de inmovilización, con colchón tipo nido.

Fuente: (Mendoza, 2019)

Tabla 2: Especificaciones de la incubadora Medix TR200

- Termómetro digital de temperatura de aire
- Resolución: 0,1 °C
- Rango: 20 a 42°C
- Temperatura de control Resolución: 0,1 °C
- Rango de control: 20 a 38°C
- Precisión: +/-0,25°C
- Potencia de calefactor
- Rango: 0-100% en 8 pasos

Fuente: (Mendoza, 2019)

2.1.3. Condición general de una incubadora

El prototipo de incubadora es un equipo médico de gran utilidad para la neonatología y pediatría, posee una cámara dentro de la cual abarcara al neonato, que le proporcionara un ambiente controlado, utilizado para cachorros prematuros, los cuales aún dependen de un vientre materno para poder sobrevivir, el propósito principal de la incubadora es simular un ambiente similar al vientre materno. (Acevedo; Rueda; Vargas; Salinas , 2017).

Las incubadoras se basaban en tecnologías muy básicas para su funcionamiento, para el personal médico era complicado manejar, pero con el paso del tiempo y el avance tecnológico se han llegado a mejorar algunos aspectos de diseño, la seguridad y el control de las variables, buscando que el recién nacido tenga más posibilidades de recuperarse y terminar su proceso de formación. Actualmente, se pueden encontrar incubadoras en todos los hospitales, y debido a que cada vez son más fáciles y seguras de controlar por el personal médico, se es menos propenso a tener fallas y errores por desconocimiento de su manejo (Acevedo; Rueda; Vargas; Salinas , 2017).

Actualmente las incubadoras neonatales poseen dos componentes básicos la cúpula, el chasis y el sistema de control de variables. La cubierta es el responsable de aislar al bebé del medio y evitar que el exterior afecte las variables controladas como la temperatura y la humedad, el chasis contiene la fuente de poder y los sensores para la protección del neonato. Las incubadoras más complejas incluyen sistemas como tubos de alimentación para administrar alimentos, la posibilidad de administrar antibióticos por vía intravenosa, controlar la frecuencia cardíaca y hacer terapias respiratorias dentro de la incubadora. Además, existe la posibilidad de hacer tratamiento de la ictericia, pigmentación amarillenta en la piel del neonato, a través de fototerapia.

Un soporte fundamental para que las incubadoras cumplan su función es el monitoreo médico, que consiste en un proceso, para obtener parámetros fisiológicos con el fin de poder hacer diagnósticos rápidos sobre el paciente, y de esta manera aplicar la terapia respectiva sobre el neonato Hoy en día,

se incluyen alarmas en caso de que las señales adquiridas estén fuera de un rango, para dar alerta al personal médico de la situación del paciente; y todo esto es remitido a un punto de control central, que generalmente es el puesto de enfermeras, para ello se hacen uso de diferentes herramientas tecnológicas, algunas de ellas explicadas a continuación (Acevedo; Rueda; Vargas; Salinas , 2017).

2.1.4. Identificación del mezclador de gases de la Incubadora

Nace el implementar un mejor equipamiento que pueda cubrir las necesidades en los sectores poco atendidos de la población, como son los neonatos caninos prematuros, justifica el crecimiento de alternativas tecnológicas como el mezclador de gases para las incubadoras para suministrar un porcentaje adecuado de oxígeno y resolver problemas de extrema gravedad como el nacimiento prematuro. Esta deficiencia coadyuva a la alta tasa de mortalidad de cachorros caninos prematuros de cerca de 35 de cada 1000 nacidos (Díaz L. et al., 2003), en la cual los neonatos constituyen un alto porcentaje. La carencia de incubadoras impide ampliar la cobertura de atención y las deficiencias técnicas en el diseño de las incubadoras convencionales dejan algunas veces secuelas irreversibles en los recién nacidos.

Es de suma importancia controlar la cantidad de oxígeno administrado ya que demasiado oxígeno puede ocasionar daño a la retina. A pesar de las consecuencias de no administrar cuidadosamente la dosis de oxígeno a los niños prematuros, este se suministra inadecuadamente debido a la falta de mezcladores de aire-oxígeno adecuados. El alto uso de oxígeno, el filtrado excesivo del flujo de aire y el tiempo muerto para la desinfección que usualmente es de una semana a un mes ocasiona la elevación del costo operativo de la incubadora (Dávalos & Córdova, 2009).

2.2. CONDICIONES GENERALES

El perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) es un animal muy curioso y sociable que busca activamente información sobre su entorno, lo cual refleja el comportamiento de sus ancestros de la familia del lobo. Aunque el perro pasa gran parte del día descansando, necesita un entorno físico y social complejo durante su fase activa. Los criadores, suministradores y usuarios deberán cumplir los siguientes requisitos en relación con el cuidado general y alojamiento de los animales: Se les proporcionará el alojamiento, entorno, alimentos, agua y cuidados que sean adecuados a su especie, condiciones fisiológicas y estado sanitario y que garanticen su adecuado estado general. Se reducirá en lo posible cualquier restricción que impida o limite las posibilidades de los animales de satisfacer sus necesidades fisiológicas y etológicas (Pastor, 2014).

2.2.1. Lactantes

Los cachorros recién nacidos son seres inmaduros, no han terminado su desarrollo y no son capaces de realizar algunas funciones de forma óptima. Es imprescindible proporcionarles una serie de cuidados especiales y una alimentación muy específica. Debemos tener presente los puntos débiles de los recién nacidos.

2.2.2. No regulan bien su temperatura y están predispuestos a la hipotermia

La dificultad para regular su temperatura corporal puede tener serias consecuencias en la salud del neonato. Si su temperatura baja, son menos activos, la eficacia del aparato digestivo disminuye y hasta desaparece el reflejo de succión. En cuanto a la temperatura corporal, existe un intervalo crítico entre los 32 y los 34°C, en el que puede succionar, pero no puede digerir. Como consecuencia, la leche permanece en el estómago provocando distintos trastornos digestivos (Gemma, 2009).

2.3. PARTICULARIDADES E ALTERACIONES

2.3.1. Fase de desenvolvimiento de un neonato canino

En la literatura investigada existe controversia en cuanto a la determinación del período exacto que corresponde a la clasificación de los pacientes caninos en recién nacidos. Sin embargo, se sabe que a las seis semanas de edad los perros presentan cierta inmadurez de los sistemas respiratorio, cardiovascular, hepático, renal y nervioso central.

Por tanto, en esta recopilación de información no nos basaremos en fechas, sino en eventos para limitar las etapas de desarrollo del recién nacido. Los recién nacidos se diferencian de los adultos en varios aspectos, uno de los cuales es la función hepática y renal de los cachorros, que son inmaduros. Además, las funciones de termorregulación, cardiopulmonar, gastrointestinal e inmunológica aún no están desarrolladas. Sin embargo, los perros ya nacen con un agudo sentido del olfato, el tacto y el gusto, que son esenciales para su supervivencia después del nacimiento.

2.3.2. Período Neonatal

Se considera a un cachorro neonato al nacer y culmina con la apertura de los párpados independientemente de si esto ocurrió a los 14 o 28 días de vida.

El período neonatal comienza con el nacimiento y finaliza con la apertura de los párpados. Este período se denominó vegetativo porque externamente lo esencial de la vida de los cachorros parece estar dominado por el sueño y algunas actividades reflejas, reaccionando solo a los estímulos táctiles y arrastrándose hacia las fuentes de calor. Además, si excluimos los fenómenos reflejos, la percepción dolorosa es la última en aparecer en el desarrollo neurológico, lo que explica por qué algunas intervenciones quirúrgicas menores se realizan sin anestesia durante este período (Monteiro, 2012).

2.3.3. Período de transición

Este periodo es muy discutido entre varios autores, atribuye que entre la segunda y la cuarta semana de vida. A efectos prácticos, esta fase comienza con la apertura de los párpados y se limita al momento en que se abre el conducto auditivo prácticamente entre la cuarta semana. Esta fase es primordial por lo que los cachorros comienzan a vocalizar ladridos y aullidos todavía dependen del estímulo materno

para defecar y orinar. Alrededor de la cuarta semana de vida, al final del período de transición, parece que los incisivos y los caninos deciduos en el perro.

2.3.4. Periodo de Socialización

Este periodo se da entre la cuarta hasta la duodécima semana de vida. Los cachorros adoptan una etapa de aprendizaje de la vida social que comienza con un período de atracción y suele prolongarse durante un período de aversión, lo cual experimentarían el sentido de miedo. Los cachorros se vuelven progresivamente capaces de comunicarse y así adquieren un sentido de jerarquía al interpretar los regaños maternos, los signos olfativos o posturales. Durante este período, el tiempo dedicado a alimentarse y dormir se reduce progresivamente, las actividades sociales se empiezan dar, los cachorros relacionan el contacto con otros animales y humanos, estas experiencias permiten que los animales aprendan, definiendo los patrones de comportamiento futuros. Alrededor de la séptima semana de vida que el la temperatura del cachorro alcanza los valores de referencia para la especie en la fase adulta, que está entre 37,5 ° C y 39,5 ° C. La frecuencia cardíaca alcanza los 200 latidos por minuto alrededor de la quinta semana de vida y la respiración oscila en promedio alrededor de 20 a 24 respiraciones por minutos (Monteiro, 2012)

2.3.5. Periodo de Juventud

Se considera como fase juvenil a partir de la semana diez de vida y a los seis meses es la fase en la cual hay una mejora en las habilidades motoras y un gran crecimiento corporal, en general, esta etapa está marcada por cambios graduales en los que se establece el patrón de comportamiento y conformación característico del individuo adulto. En los perros, el crecimiento óseo está asociado con la nutrición y el ejercicio.

Los caninos en este período mantienen temperatura, frecuencia cardíaca y respiratoria iguales a lo normal para un animal adulto, ya tienen audición efectiva y logran una adecuada percepción visual a los cuatro meses de vida, mientras que la dentición definitiva se completa entre el séptimo y el octavo mes de vida. Para culminar con la fase se relaciona con la llegada de la pubertad y el inicio de la capacidad reproductiva, determinando así el desarrollo completo del organismo.

2.3.6. Parámetros Vitales

Los parámetros vitales deben ser controlados inmediatamente después del nacimiento, ya que cualquier cambio puede llevar rápidamente al recién nacido a la muerte.

Peso corporal es el mejor parámetro para evaluar el estado general del cachorro. El peso por debajo de la media considerada estándar puede ser indicativo de problemas de salud, pero hay que tener en cuenta las grandes variaciones según las razas, razas pequeñas entre 100 - 400g; mediano, 200 - 300g y grande 400 - 500g. Los perros al nacer tienen un peso corporal muy variable, debido a diferencias entre razas, en general pesan entre 95 y 710g, el peso individual debe ser del 1 al 6,5% del peso

corporal materno y la camada debe estar entre 12 a 14 % del peso corporal de la madre; entre el octavo y el décimo día de vida el cachorro debe pesar el doble que al nacer. La correcta identificación de cada cachorro, pesarlo inmediatamente después del nacimiento, repetir a las 12 horas y diariamente hasta 14 días se denomina curva de crecimiento y es la forma más confiable de monitorear su desarrollo. El recién nacido tiende a perder el 10% del peso al nacer en las primeras 24 horas de vida debido a la deshidratación, que suele recuperarse al tercer día. Si el cachorro no alcanza el doble de su peso al nacer cuando tiene 15 días, se recomienda la suplementación alimentaria (Monteiro, 2012).

2.4. OXIGENO

El oxígeno es un elemento químico gaseoso, inodoro, incoloro e insípido; en estado libre es componente del aire y en estado combinado se encuentra en el agua y minerales. Es un gas que necesitan las células del cuerpo humano para funcionar adecuadamente, el aire de nuestra atmósfera posee un 21% de oxígeno que podemos aprovechar, podemos apreciar la composición de gases de la atmósfera terrestre.

Actualmente en el campo de la medicina es considerado un medicamento que se debe proporcionar en dosis calculadas para evitar futuras complicaciones por exceso o déficit del mismo (Moreno Sánchez, 2015)

Los valores normales de los gases respirando aire ambiente a nivel del mar son:

PaO_2 : 85-100 mmHg

$PaCO_2$: 35-45 mmHg

Saturación de O_2 : 94-98%.

2.4.1. Niveles de concentración de CO₂ y sus efectos

Y en cuanto a los distintos niveles de concentración de CO₂ (en ppm) y sus efectos sobre las personas se establecen los siguientes parámetros:

- Hasta 350 ppm; aire exterior
- Hasta 1.000 ppm; sensación de aire enrarecido
- Hasta 4.000 ppm; habitación mal ventilada
- Hasta 5.000 ppm; concentración máxima aconsejable en el lugar de trabajo.
- En concentraciones cercanas a los 30.000 ppm puede causar dolores de cabeza, falta de concentración, somnolencia, mareos y problemas respiratorios (Moreno Sánchez, 2015).

2.5. TEMPERATURA

2.5.1. Temperatura Corporal

El dato importante para diagnosticar ciertas enfermedades es el conocimiento de la temperatura corporal, pues en diferentes anomalías fisiológicas de los cachorros se presentan tanto en sentido inferior como superior.

2.5.2. Temperatura Rectal

La medición de la temperatura rectal indica o expresa el grado de calor o frío de un cuerpo, es decir, el nivel del grado de calor del organismo en animales de sangre fría o caliente.

La manera más fácil de obtener un índice de la temperatura corporal interna en animales es mediante la inserción de un termómetro en el recto (Álvarez, 2018)

2.6. CONTROL TÉRMICO EN EL RECIÉN NACIDO PRETÉRMINO

2.6.1. Factores que contribuyen a la vulnerabilidad del neonato al estrés térmico

Normalmente la temperatura uterina es de 37.9 °C. El neonato al nacer la transición del ambiente intrauterino al extrauterino se da un cambio altamente significativo desafiando la termorregulación del neonato.

Por la inmadurez de cada órgano y sistema y al tamaño corporal, los prematuros están expuestos tanto al enfriamiento como al sobrecalentamiento térmico, tienen una valoración metabólica mayor que los caninos adultos, esto se debe a las demandas de energía relacionadas con el crecimiento (Álvarez, 2018).

2.7. HUMEDAD

El proceso de humidificación consiste en simular artificialmente un ambiente de humedad dentro de un habitáculo, el término comúnmente utilizado para la humedad proporcionada por una incubadora es humedad relativa. Existe cierta renuencia en utilizar la humedad relativa en el manejo de los RN debido a los problemas en la limpieza y la regulación de la humedad junto con el riesgo de infección. El método más común de humidificación es el sistema integrado pasivo, que consiste en un reservorio de agua ubicado en la bandeja del colchón sobre el cual pasa el flujo de aire. La humedad

se evapora hacia el flujo del aire que circula en la incubadora, es un procedimiento simple y de bajo costo (Jiménez, Cordero, Flores, Baptista, & Fernández, 2012).

2.7.1. Humedad y piel

La piel de los recién nacidos actúa como barrera, limita las pérdidas insensibles, previene la absorción de drogas y otros agentes químicos, mantiene la temperatura corporal y protege de la invasión de patógenos. La consecuencia de tener una barrera inmadura determina que el recién nacido prematuro tenga un incremento de las pérdidas transepidermicas y de la permeabilidad de la piel ante la presencia de sustancias y microorganismos, y una disminución a la resistencia de las fuerzas mecánicas de fricción. La maduración rápida de la barrera ocurre en los primeros 10 a 14 días luego del nacimiento en los recién nacidos de término, y entre 2 y 4 semanas en el recién nacido pretérmino

2.8. DISPOSITIVO CONTROLADOR

Este dispositivo tiene como prioridad llevar a cabo la lectura de los sensores y poder establecer los parámetros de temperatura y humedad que se requiere, con el fin de que los actuadores se ejecuten en función de los datos recopilados por los sensores, es necesario que se utilice un dispositivo que tenga las características necesarias para poder soportar el proceso de la automatización. Por ello se va a realizar una comparación entre dos de las opciones de controlador más utilizadas en los proyectos referentes con la automatización, en el que se analizarán las necesidades a alcanzar y las limitaciones que pudiesen surgir al utilizar uno u otro.

2.8.1. Placa microcontroladora

Se trata de una plataforma de código abierto, diseñada con el objetivo de facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios a los creadores y desarrolladores. En sus inicios, Arduino fue un proyecto enfocado a estudiantes, ya que resultaba económicamente asequible en comparación con los microcontroladores que ya existían. Además, su forma de programarlo era más simple para personas sin altos conocimientos técnicos.

2.8.2. Sensor de humedad y temperatura

El seguimiento de la humedad y de la temperatura se llevará a cabo a través de un mismo sensor unificado, permitiendo realizar la medición simultánea de temperatura y humedad del interior de la incubadora. Se trata de un componente muy importante dentro del proyecto, dicho sensor proyectará valores actuales de humedad y temperatura en todo momento, con el fin de que la placa microcontroladora procese los datos para que estos se encuentren siempre dentro del objetivo. En cuanto a la humedad se medirá tal cual lo programen, debe establecerse en un rango del 50% o 60% y del 70% o 80% entre las cuatro primeras semanas, para que se lleve a cabo una correcta incubación y permita fortalecer a los neonatos. Este dato recogido por el sensor es el que deberá informar a la

placa para que ponga en marcha los actuadores correctos, en este caso la electroválvula, para que la humedad sea la óptima en todo momento (Bru, 2018).

2.8.3. DHT22

Este sensor presenta un procesador interno que realiza la tarea de medición, proporcionando la medición a través de una señal digital, lo que facilita la obtención de dicha medición haciendo uso de un microprocesador como arduino.

El DHT22 este sensor ha sido seleccionado para medir la humedad y temperatura del interior de la incubadora. Se lo ha seleccionado por su precisión, pero las características que presenta están acordes a las necesidades y presupuesto del proyecto. Este sensor presenta una resolución de 0.1°C, una precisión de 0.5°C y un rango de medición de -40°C a 80°C en cuanto a la temperatura se refiere, y una resolución del 0.1%, una precisión del 2% y un rango de medición desde el 0% hasta el 100% de humedad.

2.8.4. Sensor MQ-135

Este tipo de sensor es utilizado principalmente para controlar la calidad del aire en edificios u oficinas y es adecuado para la detección de NH₃, NO_x, Alcohol, Benceno, Humo, Co₂ y así podremos determinar si el aire se encuentra limpio (Avendaño & Cañon, 2019).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La presente investigación se realizó en la ciudad de Cuenca provincia del Azuay, en la Universidad Católica De Cuenca, Unidad Académica de Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria.

3.1.1. Coordenadas del lugar

Coordenadas del sitio en donde se instaló los ensayos del proyecto de investigación. Ver cuadro 1.

Cuadro 1: *Coordenadas del lugar experimental*

PROVINCIA	Azuay
CIUDAD	Cuenca
LOCALIDAD	Panamericana Norte km 2 ½ y Cnel. Remigio Machuca
POBLACION	580.000 habitantes
EXTENSIÓN	3086 km

Fuente: (Bermeo, 2013)

3.2. MATERIALES

3.2.1. Físicos

Calefactor

Sensores Mq135 (CO₂)

Módulo DHT22 (Temperatura y Humedad)

Sensor de Aire

Ventilador

Módulo Arduino Mega

Módulo Rele Relay 5v 8 canales

Electroválvula 12v Arduino

Cohete humidificador de aire ultrasónico

Pantalla hmi Tft serial Arduino Raspberry Pi Nextion 2.4 Inch
Fuente de poder transformador Cctv 110v A 12v 5^a 10^a 20^a 30^a
Reductor de voltaje L7805
Cable Jumper
Pulsantes
Resistencias
Protoboard
Sensor de movimiento Hc–Sr501 Arduino
Interruptor
Cable flexible.

3.3. METODO

Para este trabajo se describirá el comportamiento de los neonatos al estar en un ambiente de confort, la incubadora deberá simular un ambiente para la supervivencia de los neonatos caninos.

La investigación abarca 3 etapas:

- Diseño del prototipo de una incubadora.
- Construir en base al diseño.
- Evaluar el prototipo.

3.3.1. Diseño

Para el diseño del prototipo se tendrá en cuenta los parámetros fisiológicos de los neonatos caninos, y a su vez obtener un ambiente de adaptación que favorezca su estado de salud.

El diseño de la incubadora la obtuve mediante un software capaz de modelar un espacio que este apto para acoger una camada de neonatos caninos.

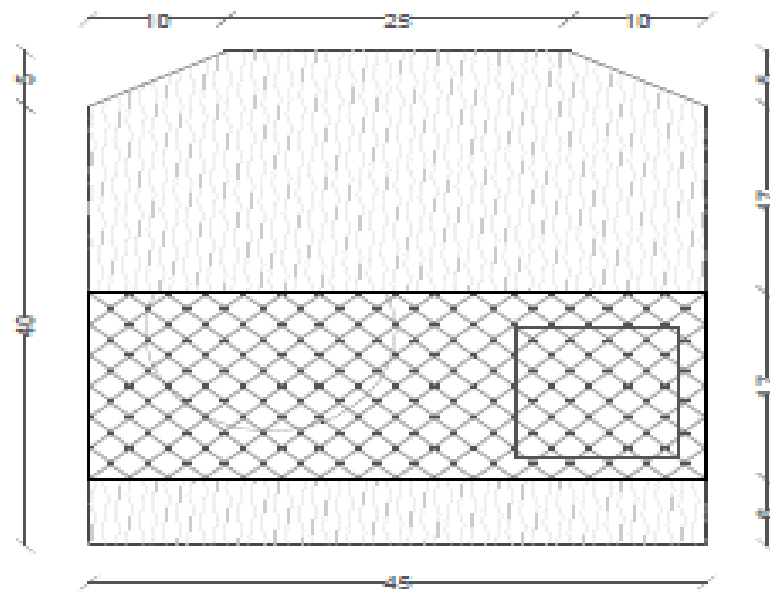
La incubadora está diseñada para soportar parámetros fisiológicos que los neonatos caninos requieren como la humedad, calor, ventilación e incluso contiene un espacio para desechar desperdicios fisiológicos de los neonatos, con una fácil manipulación brindando al usuario tener un fácil acceso para la desinfección del prototipo.

Para diseñar la incubadora se utilizó la siguiente herramienta, AutoCAD, es un software de modelado 3D.

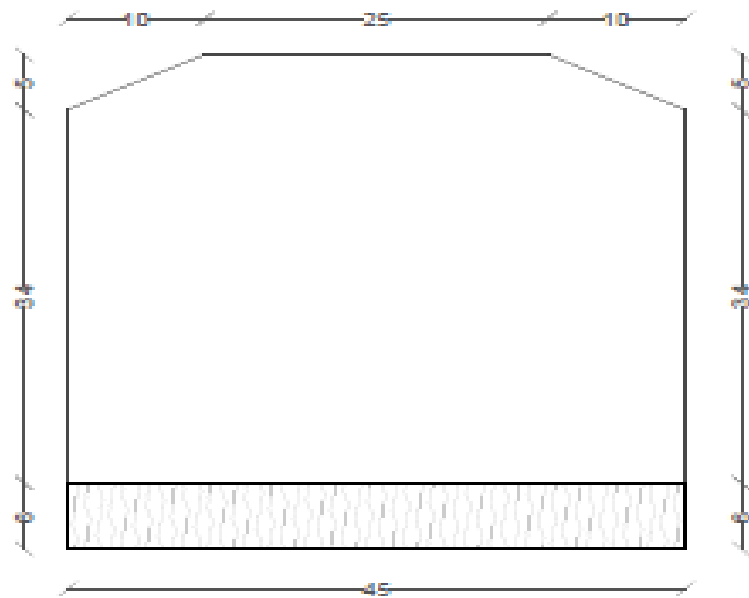
En las fotografías 1, 2, 3 podemos observar los planos.

Fotografía 1: Vista lateral derecha y vista lateral izquierda del prototipo.

Vista lateral derecha



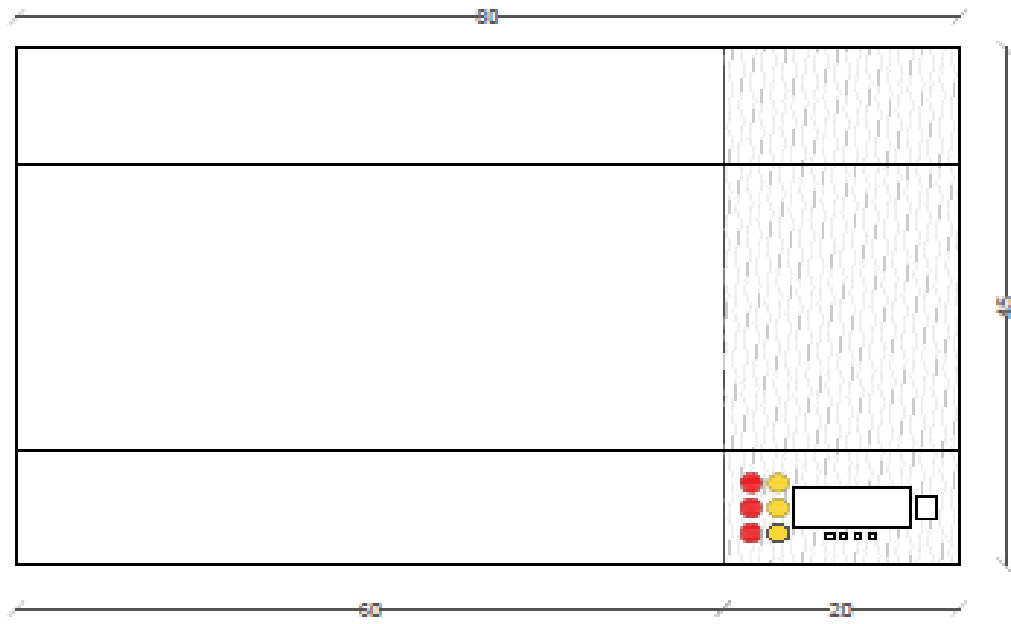
Vista lateral izquierda



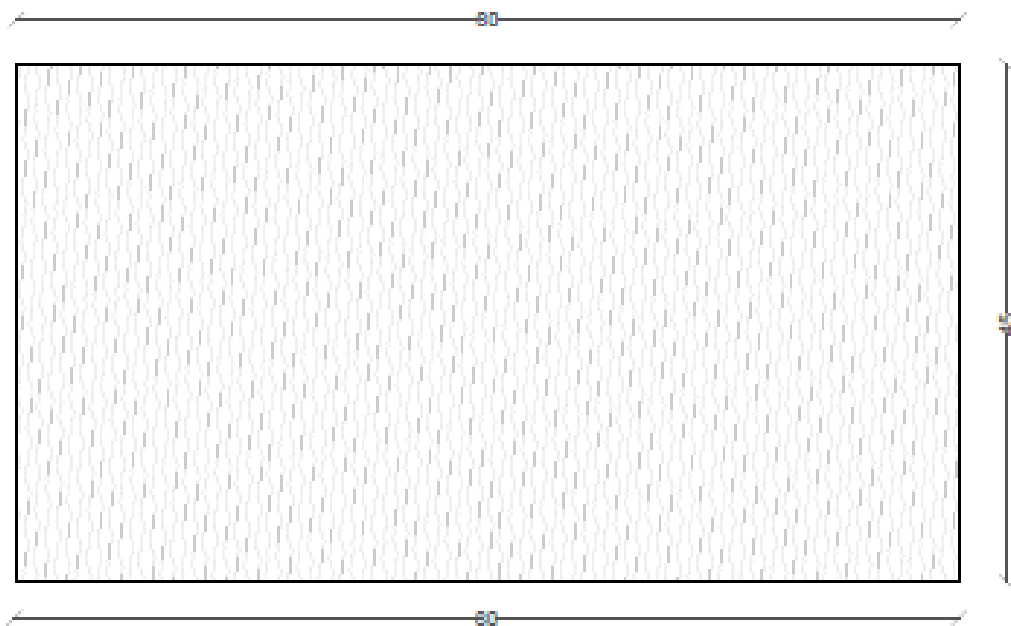
Fuente: Autor

Fotografía 2: Vista superior y vista base del prototipo.

Vista superior

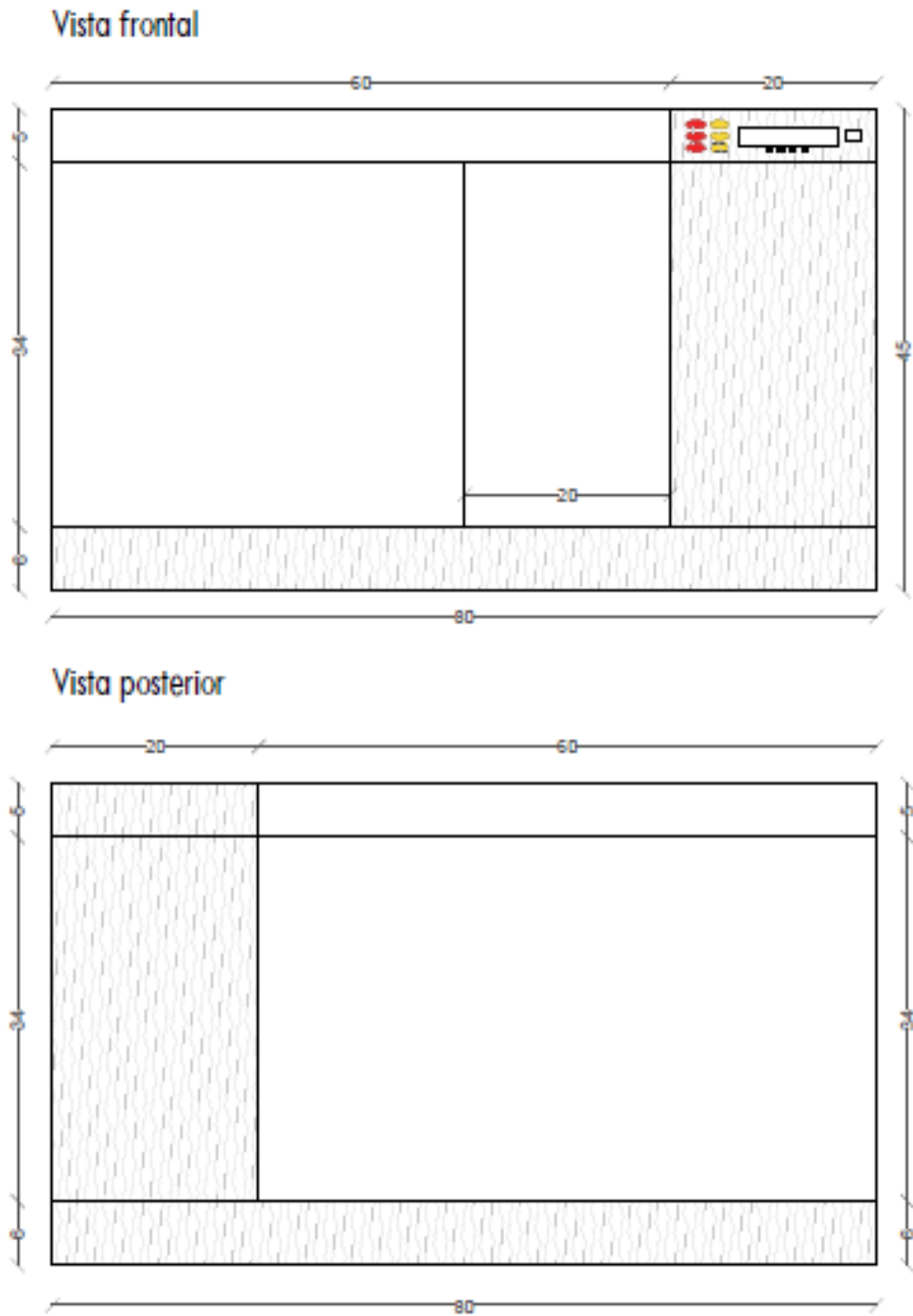


Vista base



Fuente: Autor

Fotografía 3: Vista frontal y vista posterior del prototipo.



Fuente: Autor

3.3.2. Construcción

La construcción del prototipo se llevó a cabo con acrílico, madera, varilla inoxidable. Materiales principales utilizados para armar la plataforma de la incubadora.

Para la construcción del prototipo, se utilizó acrílico transparente de 3 mm de grosor con el que se formó un hexágono regular y se colocó sobre una superficie de madera específicamente MDF.

Fotografía 4 Acrílico en forma de hexágono



Fuente: Autor

Para la base se utilizó madera específicamente MDF de tres líneas de 60x45. Formando una caja rectangular encajando correctamente la plataforma de acrílico.

Fotografía 5: Base de madera



Fuente: Autor

El Prototipo con un diámetro de 80cm L x 45cm A x 45cm h. En la fotografía 4 se puede apreciar la simulación del prototipo encajando el acrílico sobre la base de madera.

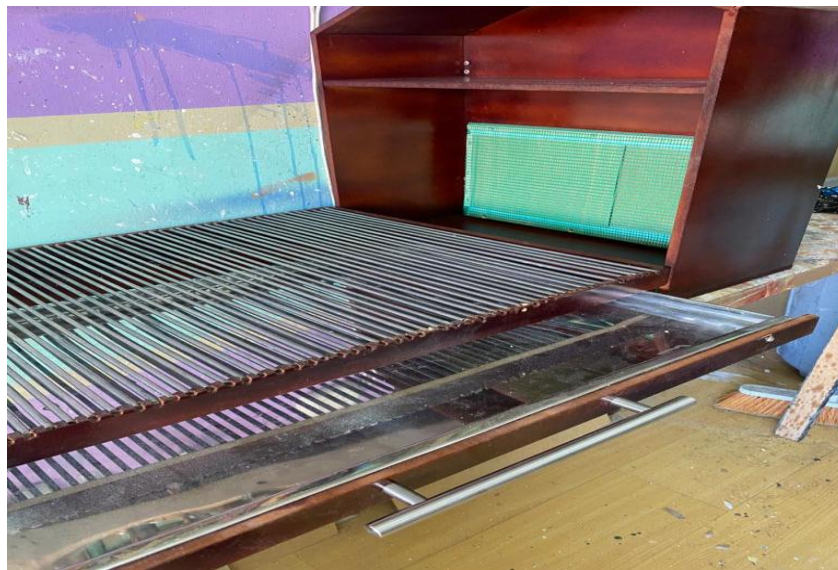
Fotografía 6: Ensamblado del prototipo



Fuente: Autor

Para la construcción del porta colchón que se encuentra dentro de la incubadora se utilizó varilla inoxidable de 45 cm de largo con un grosor de 4.5 mm, acaparando el rectángulo 55 varillas, lo cual permitirá la caída de desperdicios como la orina y las heces sobre una bandeja de acero inoxidable, facilitando al operario manipular la bandeja al desechar los desperdicios.

Fotografía 7: Porta colchón con base de varillas y Bandeja.



Fuente: Autor

Caja elaborada específicamente para encajar los circuitos e instalaciones de los mismos, a base de madera y una compuerta con malla para el ingreso y cierre de aire ala recamara de los circuitos.

Fotografía 8: Caja para los circuitos



Fuente: Autor

Se realizó la programación de software encargado de alertar al operario de controlar los parámetros fisiológicos establecidos para los neonatos como la temperatura, oxígeno, aumento de CO₂ en la cámara, humedad.

Se utilizaron sensores diseñados específicamente para simular condiciones ambientales que favorezcan y mantengan las condiciones óptimas para el desarrollo de los neonatos, dentro de la incubadora, como el módulo Dht22 sensor de humedad, Modulo Mq135 sensor de calidad de aire.

Imagen 1: Modulo Sensor de Humedad y Temperatura



Fuente: Hardware libre

Imagen 2: Modulo Sensor calidad de aire Mq135



Fuente: taloselectronics

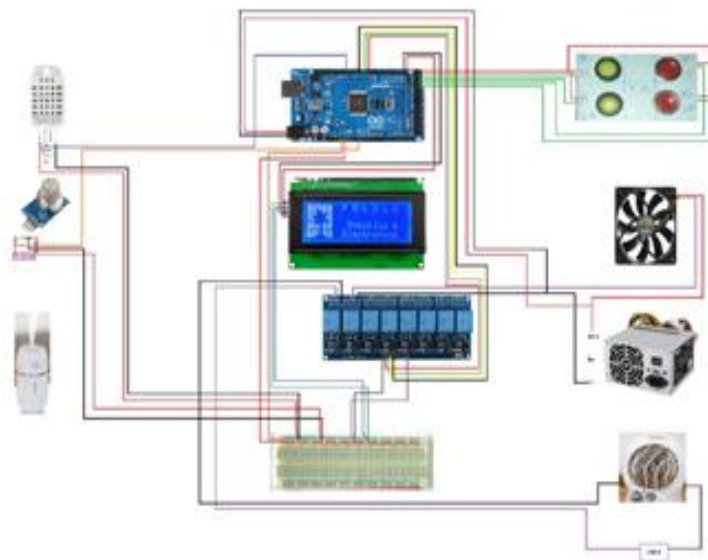
Dichos sensores, enviarán datos a una pantalla LCD que estará colocado superficial a la incubadora para su respectivo monitoreo, los parámetros estarán monitoreados por el usuario, por medio de un monitor de pantalla táctil y de forma remota.

El sistema cuenta con una unidad de respaldo, dicha unidad cuenta con sensores independientes de temperatura y flujo y es capaz de modificar el comportamiento de los actuadores. Todo ello con el propósito de proteger la integridad del paciente.

Para que las incubadoras cumplan su función existe un soporte fundamental que es el monitoreo médico, lo cual consiste en procesos, para la obtención de parámetros fisiológicos que nos ayudaran a dar diagnósticos rápidos sobre nuestros cachorros y poderlos brindar una mejor calidad de vida.

Cabe mencionar que todo el *software* y *hardware* a ser utilizado será Opensource (Código abierto) y DIY *Do It Yourself* (Hazlo tú mismo) con lo cual la consecución de los materiales y sus precios fueron sumamente accesibles.

Fotografía 9: Diagrama de las conexiones de cada uno de los circuitos



Fuente: Autor

3.3.3. Evaluar

Se evaluará los parámetros fisiológicos de cada neonato sometido a la incubadora.

Tabla 3: Parámetros a evaluar

Parámetros a evaluar
Temperatura cama
Temperatura piel de cada animal
Oxigenación
Humedad

Fuente: Autor

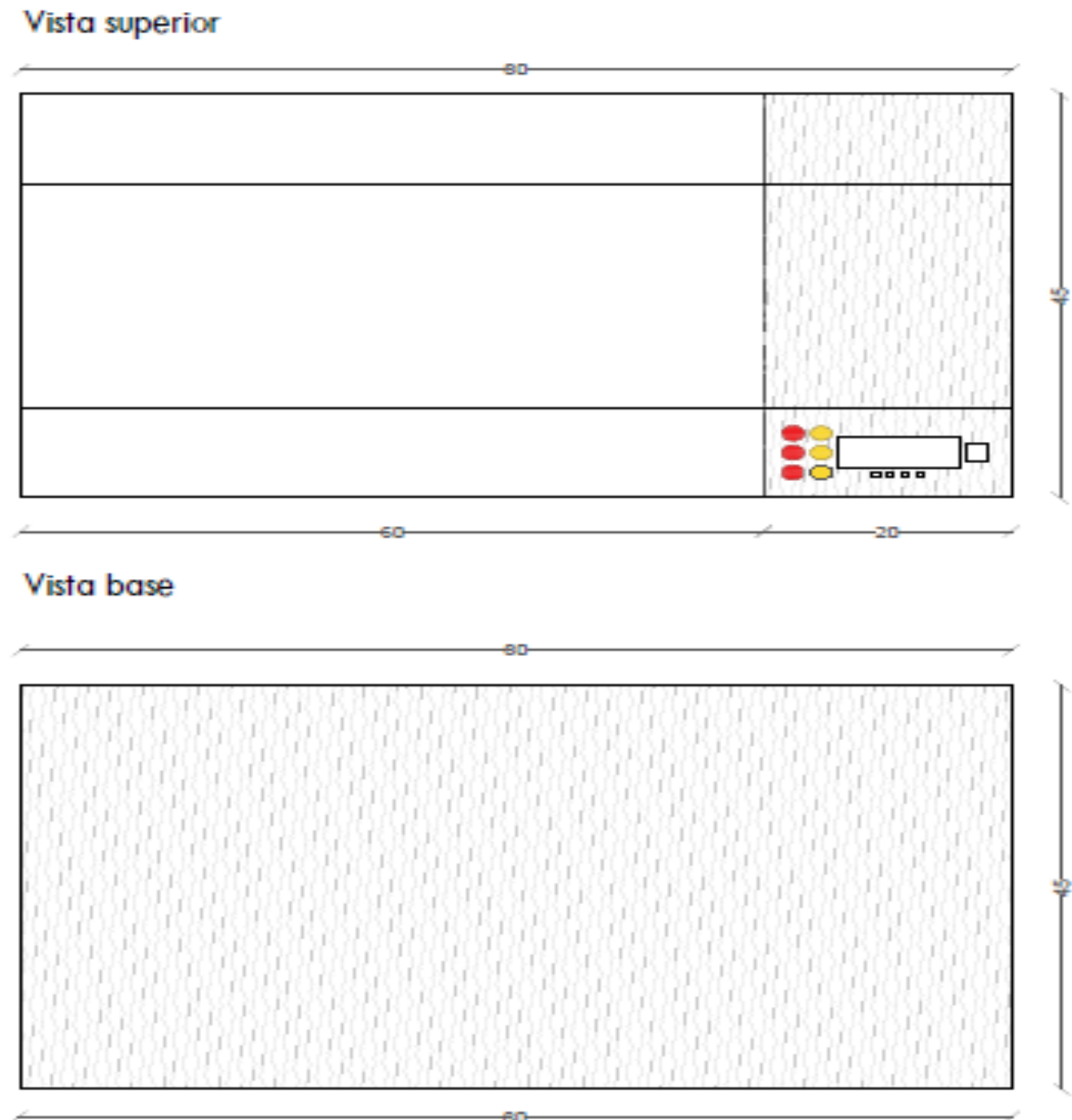
CAPITULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En la imagen 3, 4, y 5 podemos observar el diseño elaborado de un prototipo de incubadora.

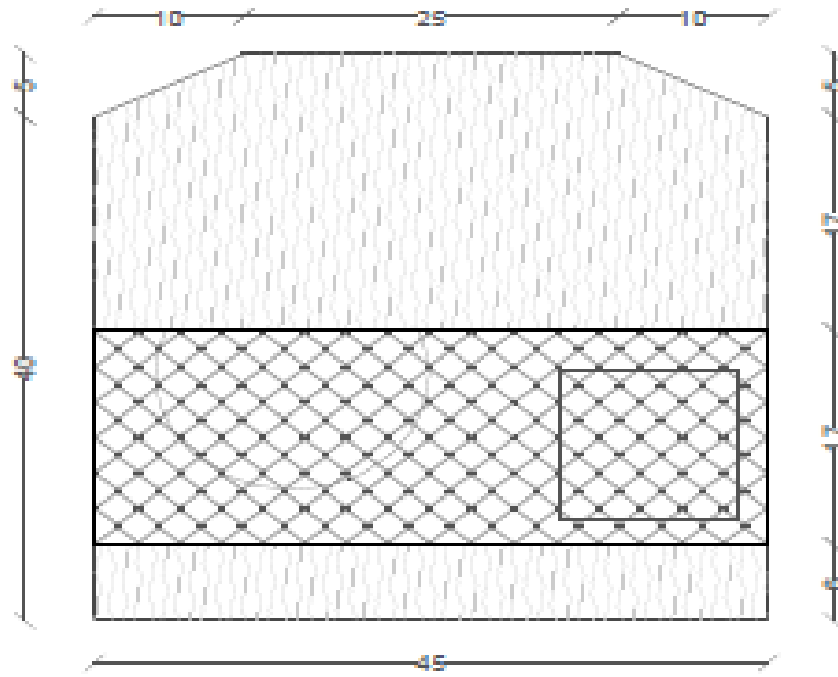
Imagen 3: Diseño de la incubadora neonatal



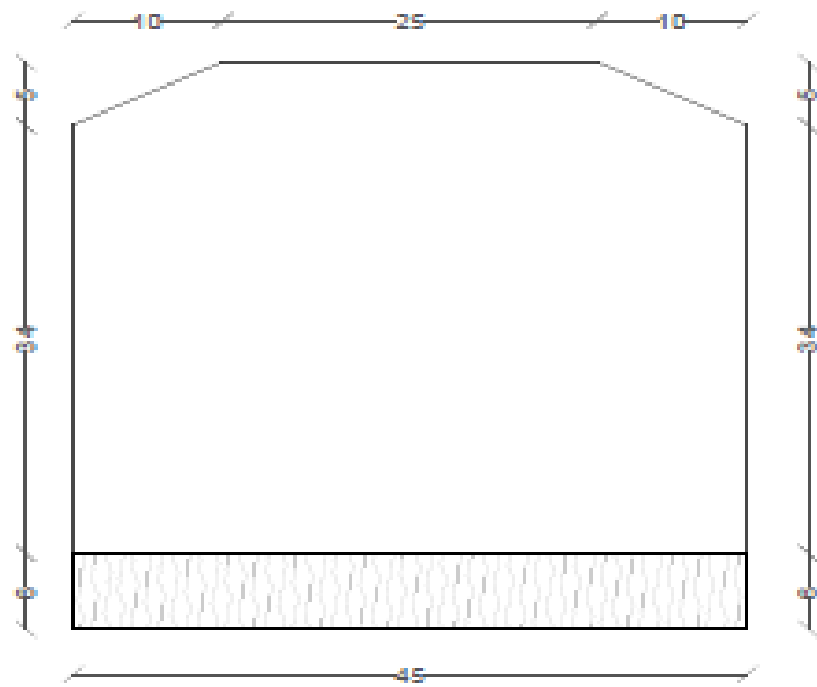
Fuente: Autor

Imagen 4: Diseño de la incubadora neonatal

Vista lateral derecha



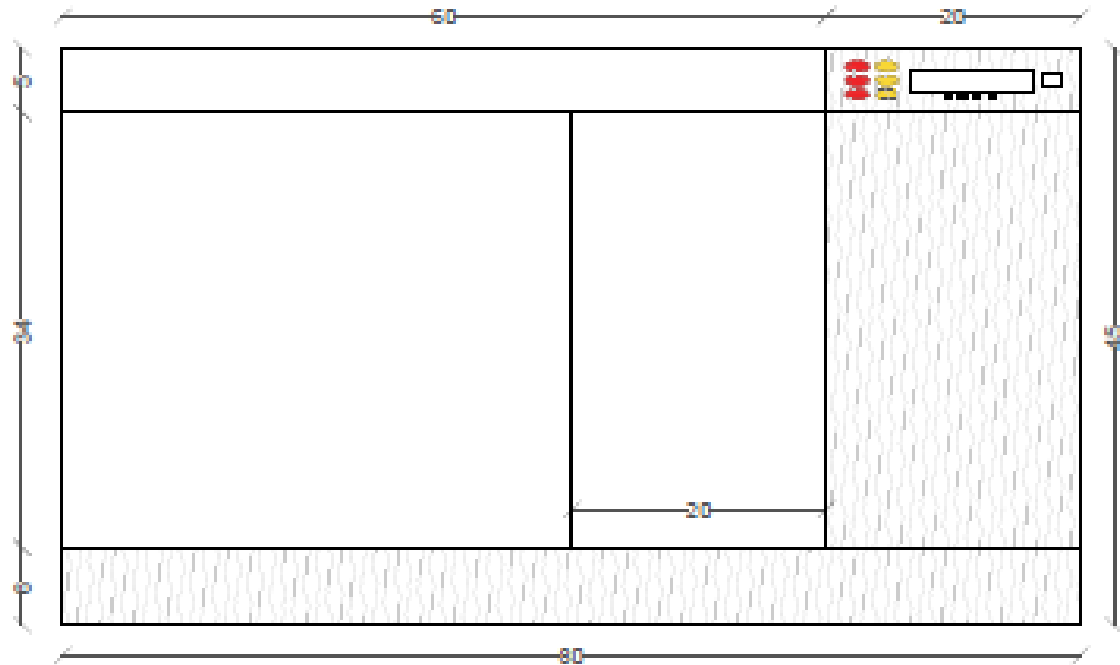
Vista lateral izquierda



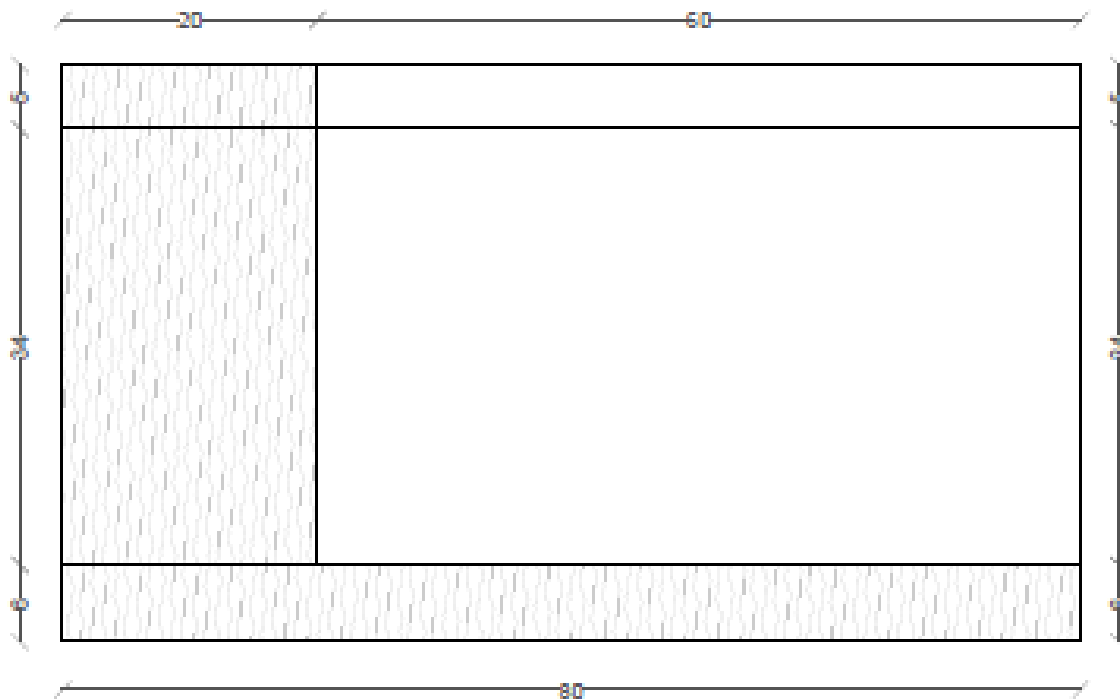
Fuente: Autor

Imagen 5: Diseño de la incubadora neonatal

Vista frontal



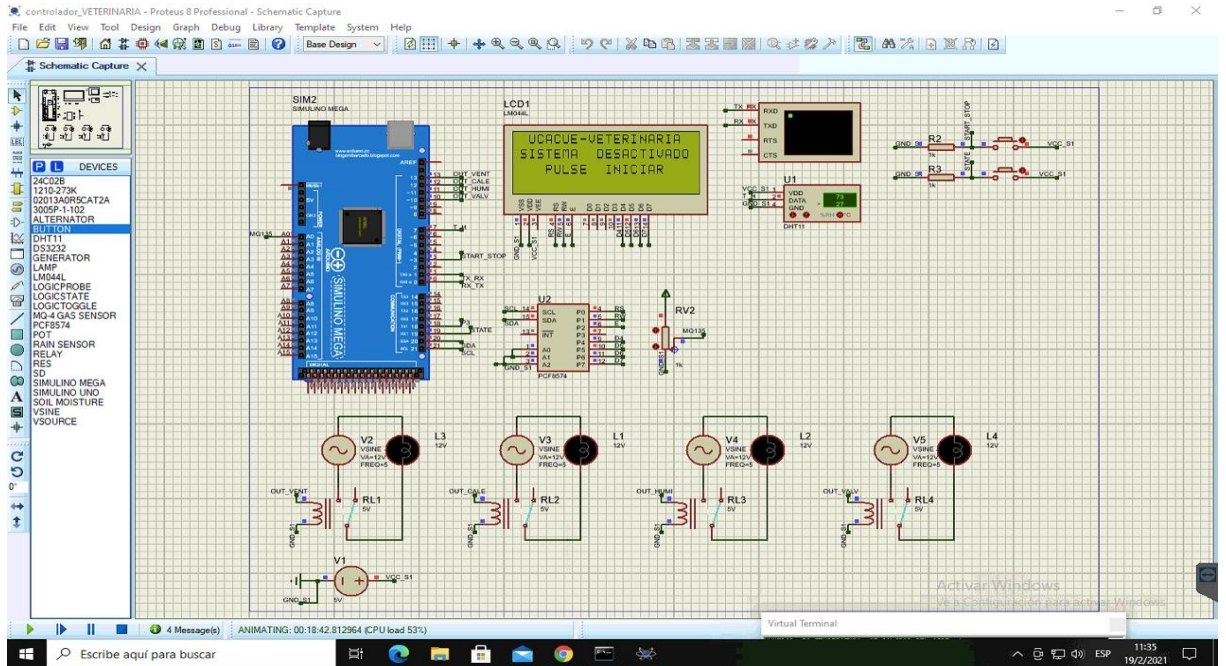
Vista posterior



Fuente: Autor

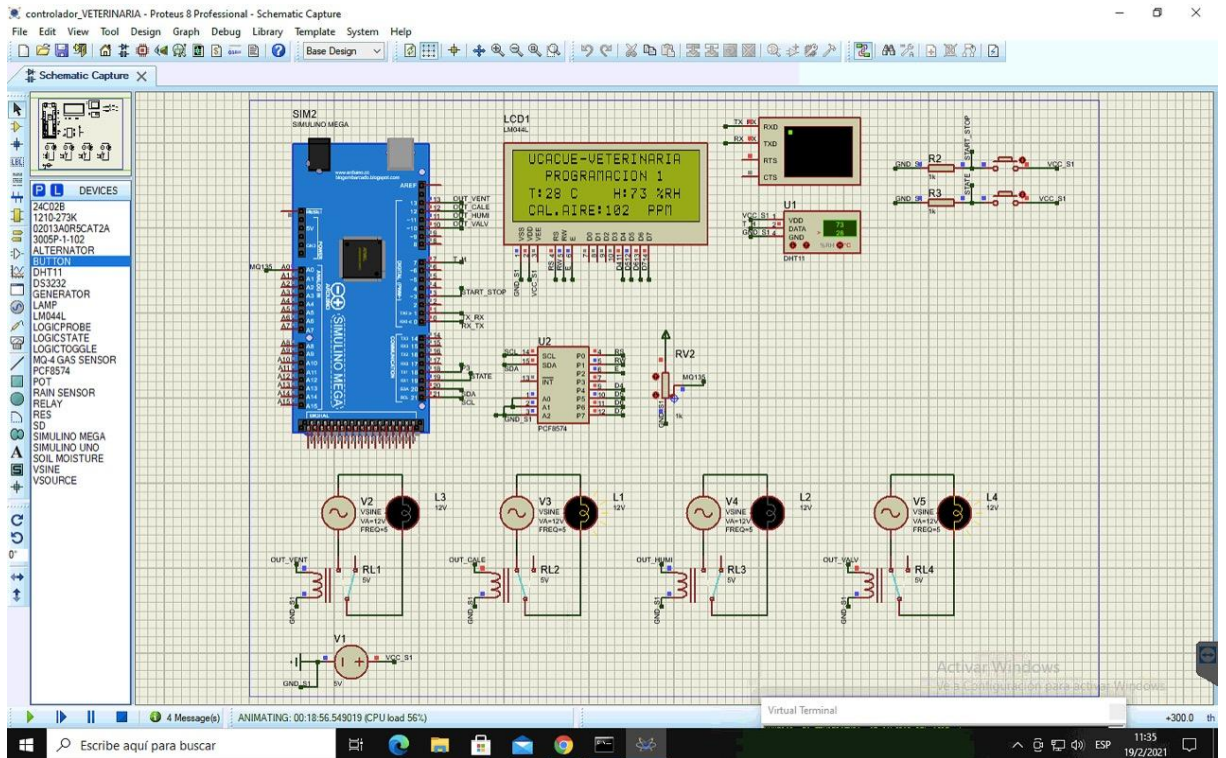
4.1.1. Simulación encendido y apagado

Imagen 6: Simulación de las conexiones en apagado



Fuente: Autor

Imagen 7: Simulación de las conexiones en encendido



Fuente: Autor

4.1.2. Programación y Evaluación

Los programas ejecutados, resultaron favorables para el operario de la incubadora brindando una facilidad al monitorear los parámetros fisiológicos como la temperatura, humedad, y oxígeno dentro del habitáculo. En la tabla 4 se puede observar que la prueba experimental demuestra que cuando la temperatura en la incubadora es mayor a 30-32°C dentro de las primeras 24 horas, es la temperatura ideal para el neonato, este automáticamente enciende los ventiladores, para intentar llevarla a su estado normal.

Tabla 4. Parámetros Fisiológicos obtenidos en el proceso de experimentación.

PARAMETROS FISIOLÓGICOS				
Temperatura (°C)	24 HORAS	SEMANA 1	SEMANA 2-3	SEMANA 4
	30-32°C	28-30°C	26-27°C	24-25°C
Humedad Relativa (HR)	70-80%	70-80%	50-60%	50-60%
Dióxido de Carbono (CO ₂)	74ppm	74ppm	74ppm	74ppm

Fuente: Autor

4.1.3. Sensor DTH22

4.1.3.1. Sensor de temperatura y humedad

Conexión:

- VCC: 5V
- GND
- DATA: D7 (Arduino Mega)

Se programó 4 estados dependiendo del estado ventilador, humificador y calefactor se prenden y se apagan. Utiliza la librería Adafruit DHT de arduino. El rango permitido en la primera semana en la temperatura va de 28-30°C, y consecutivamente de sus semanas programadas, si este dato llega a elevarse automáticamente el programa automatizado enviara una alarma a la tarjeta micro procesadora para que encienda el ventilador y controle la temperatura dentro del habitáculo.

4.1.4. SensorMQ135

4.1.4.1. Sensor de calidad de aire (CO₂)

Conexión:

- -VCC: 5V
- -GND
- -DATA: A0 (Arduino Mega)

Encargado de medir la calidad de aire (CO₂), Su programación está basada en activar el sensor de tal manera que si sobrepasa las 74ppm permitido se encenderá automáticamente la electroválvula para dar paso al oxígeno y evitar hipoxia en los cachorros. Valores menores a 74 la electroválvula se encuentra apagada.

El humidificador las primeras 24 horas y primera semana consecutivamente, el 70 a 80 % y la segunda hasta la cuarta semana estará entre 50 a 60% la automatización mantendrá la humedad, de tal manera que, si llegase a subir esos rangos, se desactivará automáticamente.

4.1.5. LCD 20x4 + 8574

4.1.5.1. LCD con comunicación I2C

Conexión:

- VCC: 5V
- GND
- SCL: D21 (Arduino Mega)
- SDA: D20 (Arduino Mega)

Se utiliza la librería LIQUID CRYSTAL I2C de Arduino para mostrar información a través de la pantalla y la comunicación I2C, los datos a monitorear aparecerán en esta pantalla, el operario o encargado de manejar la incubadora tendrá acceso visual a los rangos fisiológicos programados.

4.2. DISCUSION

Según (Acevedo; Rueda; Vargas; Salinas , 2017) expresa que el avance tecnológico mejora algunos aspectos de diseño de la incubadora, la seguridad y el control de las variables de la misma, buscando que el recién nacido tenga más posibilidades de recuperarse y terminar su proceso de formación, pero (Dávalos & Córdova, 2009) en su estudio expresa que la carencia de incubadoras impide ampliar la cobertura de atención y las deficiencias técnicas en el diseño de las incubadoras convencionales, dejando algunas veces secuelas irreversibles en los recién nacidos.

Con lo antes expuesto se diseñó un prototipo de incubadora de fácil manipulación para el médico veterinario basándose en los parámetros ya existentes de fácil manipulación en el monitoreo sin exponer riesgo alguno para los cachorros.

(Gemma, 2009) En su investigación asume que regular la temperatura corporal puede tener serias consecuencias en la salud del neonato. Si su temperatura baja. En cuanto a la temperatura corporal, existe un intervalo crítico entre los 32 y los 34°C, en el que puede succionar, pero no puede digerir. Como consecuencia, la leche en el cachorro provoca trastornos digestivos. Mientras que (Monteiro, 2012) en su trabajo de investigación observa que hay controversia en cuanto a la determinación del período exacto que corresponde a la clasificación de los pacientes caninos en recién nacidos. Sin embargo, se sabe que a las seis semanas de edad los perros presentan cierta inmadurez del sistema digestivo.

(Gonzales, 2017) Manifiesta que las principales causas de patología, siendo la hipotermia la de más fácil aparición en el neonato, debido a su inmadurez, no regulan su temperatura hasta el mes de nacidos. Situándose la temperatura a los 30-32° C las primeras 24 horas, pudiendo luego situarse entre los 28-30° C durante la primera semana, manteniéndose luego en los 26-27° C la segunda y tercera semana y 24-25° C posteriormente.

Hipoxia, falta de oxígeno al neonato, obviamente va a ser una causa de muerte. Es una de las más frecuentes. Cualquier causa que limite la dilatación de los alvéolos, parto dilatado, cesárea, comprometerá la sobrevivencia del neonato. También partos dilatados pueden desencadenar el reflejo inspiratorio con el cachorro en medio líquido, provocando la aspiración del líquido. Los síntomas de un neonato hipóxico son disnea, cianosis, bradicardia, rechazo materno.

En relación de la presente investigación con los autores antes mencionados se saca una conclusión de que la temperatura se logra controlar dependiendo a la automatización programada para las semanas en el habitáculo.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES

Se ha cumplido con los objetivos principales que se marcaron como base del proyecto ya que la incubadora consta con los requisitos y especificaciones establecidas posicionándose así en el mercado como una incubadora mejorada y rentable.

Para facilitar la manipulación del médico veterinario de los parámetros fisiológicos, se colocó los controles de mando donde se podrá controlar las especificaciones que se verán reflejadas en la pantalla LCD.

En base al diseño y construcción de la incubadora se logró reducir el costo alrededor del 50% en comparación a las disponibles en el mercado y de esta manera se demuestra que es un proyecto viable debido a que cumple con las funciones establecidas y mejora la calidad de los resultados esperados.

Los parámetros fisiológicos obtenidos después del proceso de experimentación, proyectan datos positivos y de esta manera se puede evidenciar la variación de las características fisiológicas de cada neonato sometido a la incubadora, pudiendo controlar cambios en temperatura, humedad y oxigenación.

CAPITULO 6

6. RECOMENDACIONES

Seguir una metodología de diseño recopilando información sobre las necesidades del cliente y datos específicos con el propósito de establecer requerimientos de diseño para lograr un proyecto exitoso.

Incluir dentro del habitáculo sensores medidores de frecuencia cardiaca para cada neonato sometido a la incubadora, este dato es favorable al momento del diagnóstico de enfermedades relacionadas a la falta de oxígeno.

Construir habitáculos totalmente herméticos para evitar fuga de oxígeno y entrada de patógenos.

Programar los parámetros fisiológicos acorde a la raza de caninos, ya que los braquicéfalos necesitan mayor oxigenación que los dolicocefalos.

En los próximos modelos que se puedan realizar, se debe tomar en cuenta el anti rebote por hardware, de la misma manera cambiar el protoboard por una placa PCB, de esta manera evitar acumulación de cableado.

Cambiar el micro controlador arduino a un micro controlador raspberry Pi, de manera que la automatización permita reportes, de temperatura, humidificación, y oxigenación en tiempo real mediante un teléfono celular, de tal forma se pueda monitorear con mayor facilidad.

ANEXOS

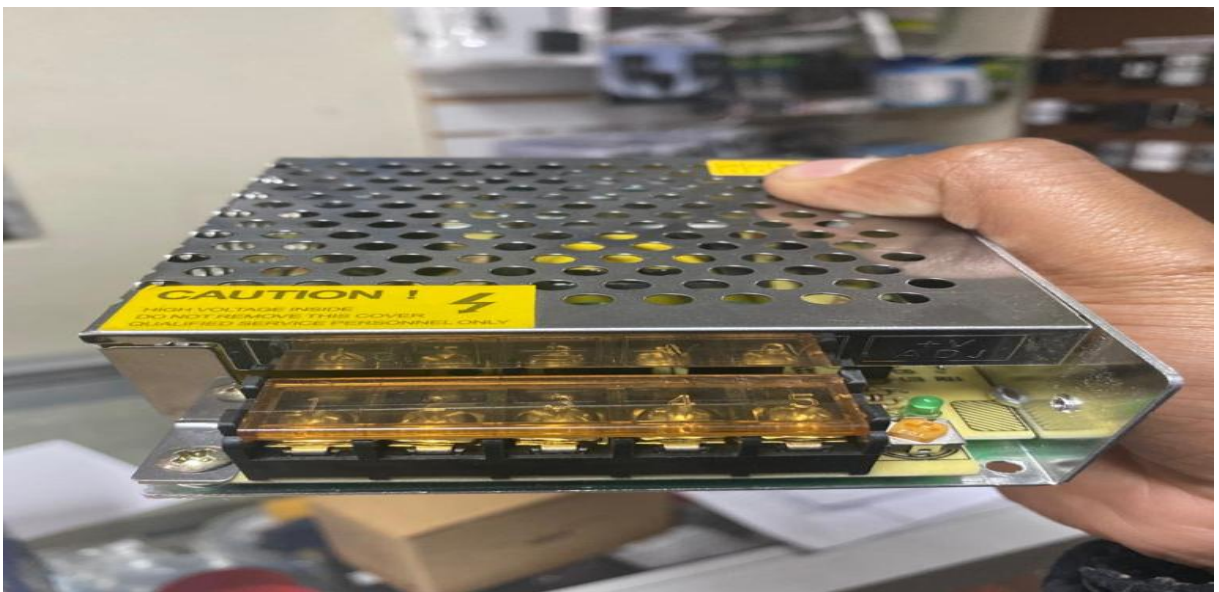
Secuencia fotográfica del desarrollo del experimento.

Fotografía 10: Diseño en 3D del prototipo de incubadora neonatal



Fuente: Autor

Fotografía 11: Fuente de poder



Fuente: Autor

Fotografía 12: Circuitos



Fuente: Autor

Fotografía 13: Construcción de la caja de acrílico



Fuente: Autor

Fotografía 14: Construcción de la base de la incubadora a base de madera



Fuente: Autor

Fotografía 15: Construcción de la caja que abarcará los circuitos



Fuente: Autor

Fotografía 16: Base de acero inoxidable para desechos como orina y heces de los cachorros



Fuente: Autor

Fotografía 17: Simulación de circuitos en los lugares asignados



Fuente: Autor

Fotografía 18: Sensor Dht22



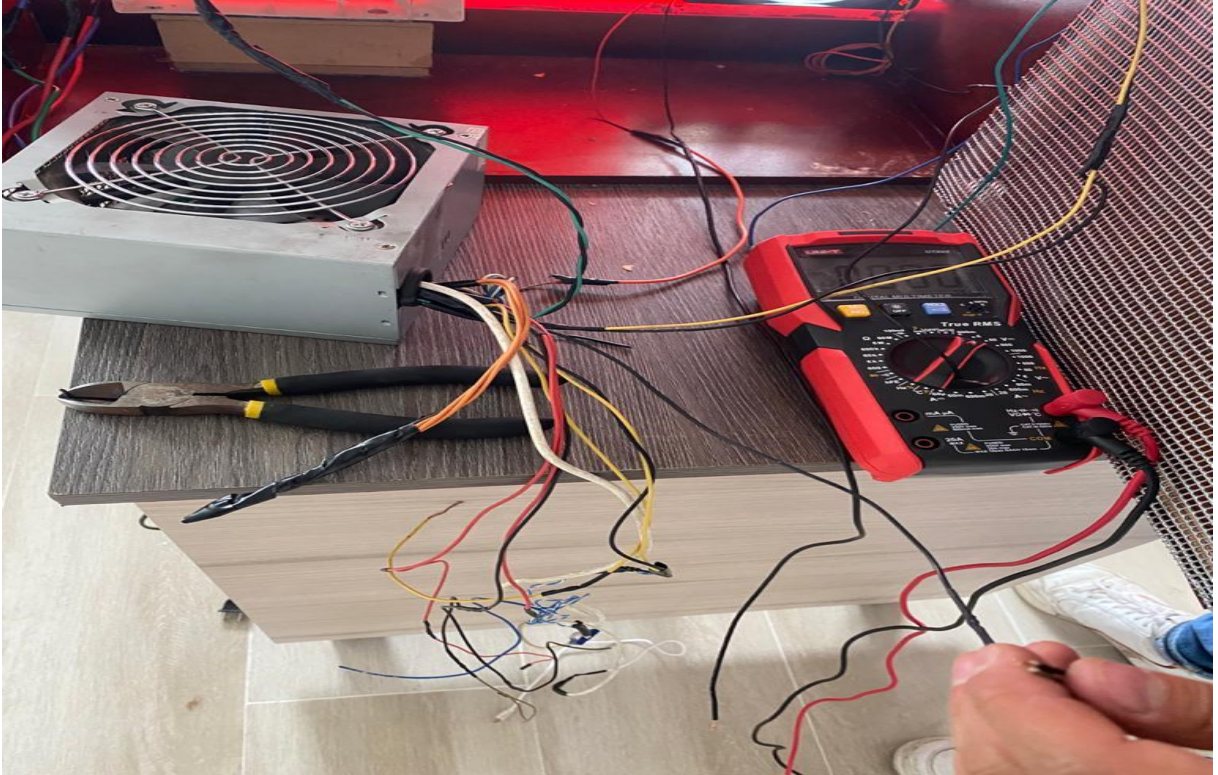
Fuente: Autor

Fotografía 19: Sensor Mq135



Fuente: Autor

Fotografía 20: Medición de amperajes de los circuitos con el multímetro



Fuente: Autor

Fotografía 21: Ensamblaje de los circuitos y funcionamiento



Fuente: Autor

Fotografía 22: Automatización de los sensores



Fuente: Autor

Fotografía 23: Pruebas de iniciación de programación



Fuente: Autor

Fotografía 24: Incubadora ensamblada vista frontal



Fuente: Autor

Fotografía 25: Iniciando el funcionamiento de la incubadora



Fuente: Autor

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo; Rueda; Vargas; Salinas , G. (2017). Sistema e-Salud para el monitoreo de un prototipo de incubadora. *Redalyc*, vol. 38, núm. 2.
- Alfonso Sánchez , R. (2017). Predicción del parto. *Scielo*, 12-16. Obtenido de Predicción del parto: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v28n4/a01v28n4.pdf>
- Álvarez, C. (2018). *Evaluación de mensuración de temperatura comparando cuatro tipos de termómetros en canes (tesis de médico veterinario)*. Universidad Católica De Santa María, Arequipa. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198128916.pdf>
- Avendaño, C., & Cañon, N. (2019). *Prototipo de bajo costo para monitoreo de calidad de aire (tesis de grado de Ingeniería)*. Universidad Piloto De Colombia, Bogotá. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4880/Trabajo%20de%20grado5094.pdf?sequence=1>
- Bermeo, H. (2013). *Análisis de Vulnerabilidad del Cantón Cuenca*. Obtenido de <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/842/1/Perfil%20territorial%20CUENCA.pdf>
- Bru, S. (2018). *Control de una incubadora mediante arduino (Tesis de grado de ingeniería)*. Universidad Politécnica De Valencia, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/128490/Bru%20-%20Control%20de%20una%20incubadora%20mediante%20Arduino%20y%20Android.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dávalos, J., & Córdova, E. (2009). Identificación del mezclador de gases de la nueva incubadora neonatal BAN. *Industrial Data*, 21-26. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81620149003.pdf>
- Díaz Herrera, D. (16 de Junio de 2020). U.D.C.A. Obtenido de U.D.C.A: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/3590/1/Doc%20final%20Monografia.pdf>
- Gemma, B. (2009). Lactación y destete del cachorro. *Royal canin iberica*.
- Gonzales, A. (2017). *Diseño conceptual de una incubadora de bajo costo que posibilite brindar la atención al recién nacido prematuro en poblaciones vulnerables (tesis de medicina, Universidad*

- Autonoma De Occidente*). Cali. Obtenido de Diseño conceptual de una incubadora: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9722/1/T07390.pdf>
- Guerrero López, A. (2016). Sepsis y Muertes Neonatales Asociados a Estreptococos β Hemolitico En Caninos. La Plata, Buenos Aires: Universidad Nacional De la Plata Facultad De Ciencias Veterinarias.
- Hernández, G., Rueda, F., Vargas, J., & Salinas, S. (2009). Diseño y Construcción de Incubadora. *Redalyc*, 18-27. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5075/507555007002/507555007002.pdf>
- Hernández, M. B. (2018). Ley Organica De Bienestar Animal Loba. *da.Derecho Animal (Forum of Animal Law Studies)*, 108-126. Obtenido de https://revistes.uab.cat/da/article/view/v9-n3-hernandez-fuentes/pdf_11
- Jiménez, C., Cordero, G., Flores, J., Baptista, H., & Fernández, L. (2012). Control térmico en el recién nacido pretérmino. *Perinatología y Reproducción Humana*, 43-50.
- Mendoza, A. (2019). *Modelamiento experimental del nuevo habitaculo neonatal de tres capas aislantes para mejorar su eficiencia termica [Tesis de Ingenieria Electrica, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO]*. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/4411/CUCHO%20MENDOZA%20doctor%20fiec%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monteiro, F. (2012). *Particularidades y alteraciones (tesis de titulacion medicina veterinaria)*. Monografía, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre. Obtenido de <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142662/000872711.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno Sánchez, G. (Febrero de 2015). *Escuela Politecnica Nacinal*. Obtenido de Escuela Politecnica Nacinal: [file:///C:/Users/HP/Downloads/CD-6087%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/CD-6087%20(6).pdf)
- Pastor, P. (2014). Perro en Investigación Animal. *Departamento de Fisiología Animal. UCM*, 2-8. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/28705/7/EL%20PERRO%20EN%20INVESTIGACI%C3%93N%20ANIMAL-Texto.pdf>
- Pérez, Londoño, Suárez, Ramírez, Bonilla, Laura, . . . Nadia. (2007). Prototipo de incubadora neonatal. *Ingeniería Biomédica*, 55-59.

Pizarro, A. (2011). *Implementacion de un sistema de evaluacion termica del coportamiento de incubadoras neonatales (tesis de Ingeniero electrico,Pontifica Universidad Catolica de Perú).*

Lima.

Obtenido

de

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/894/PIZARRO_PEREZ_ALEJANDRO_EVALUACION_TERMICA_INCUBADORAS_NEONATALES.pdf?sequence=1&isAlloved=y

Reyes, L., Robles, V., Ramirez, P., Carlos, J., Angel, M., & Oswaldo, R. (2015). Etiología y patrones de resistencia antimicrobiana en sepsis neonatal temprana y tardía, en una Unidad de Terapia Intensiva Neonatal. *Arch Argent Pediatr*, 317-323.

PERMISO DE AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Ramiro Fernando Nugra Alvarracin en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación, "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE INCUBADORA NEONATAL PARA PERROS", de conformidad a lo establecido en el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 114 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 26 de febrero del 2021



CI: 0105139430