

## **NORMAS TECNICAS EMPLEADAS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BIOTERIO**

La palabra bioterio viene del griego “ bios” que significa vida y “ teiron” que significa conservar por tan el bioterio se define como:

El lugar destinado a la cría y control de los animales de laboratorio empleados como reactivos biológicos en protocolos experimentales.

El diseño de unas buenas instalaciones no solo se justifica desde el punto de vista experimental sino además desde el punto de vista moral ya que son seres vivos y por tanto merecen respeto.

Debido a que las condiciones de infraestructura, desarrollo y consolidación del bioterio son variables, es necesario expresar las normas mínimas que se deben tener en cuenta para el diseño, para brindar bienestar y seguridad al personal y animales que allí habitan.

El primer laboratorio en Colombia fue creado en 1917 por los doctores Bernardo Samper y Jorge Martínez, debido a la falta de vacunas y a la lentitud de los medios de transporte para ser traídas al país. En un comienzo este laboratorio se dedicó a la producción de biológicos y posteriormente se vio la necesidad de probar la calidad de dichos productos en animales de experimentación para asegurar la buena calidad de los mismos.

En 1925 con la ley 15 se ordenó la compra de dicho laboratorio por parte de la nación constituyéndose el Instituto Nacional de Higiene en 1926.

Existen diferentes clases de bioterios que se pueden clasificar de la siguiente manera:

- De acuerdo a su Uso: bioterios de producción y Bioterios de experimentación.
- De acuerdo a su construcción: horizontal y vertical.
- De acuerdo a sus requerimientos específicos: Convencional y S.P.F.
- De acuerdo a nivel de bioseguridad: Nivel de bioseguridad 1, 2, 3, 4.

Los animales de experimentación se definen como reactivos biológicos, cuya pureza debe ser vigilada, controlada y contrastada al igual que cualquier otro reactivo biológico, sin olvidar su posible contaminación biótica.

Diseño de las instalaciones para animales de laboratorio.

En el diseño de las instalaciones se deben tener en cuenta tres aspectos importantes como lo son: el aspecto legal, moral y de eficiencia científica.

Además de esto se deben tener en cuenta cuatro factores como lo son:

- Funciones que va a desarrollar.
- Especificaciones.
- Espacio disponible.
- Fondos disponibles para desarrollar su construcción.

### **Conceptos básicos para su diseño:**

- Localización: los animales deben estar lejos del área del personal y cerca a los laboratorios de diagnóstico con el fin de apoyar las labores de los investigadores.
- Cubículos o salas: Proporcionan flexibilidad para el aislamiento de las animales.
- Patrones de flujo de tráfico: se deben planificar de modo que no haya contaminación entre la zona sucia y la zona limpia.
- Entorno: está formado por todo aquello que los rodea, debe ser constante para evitar que influya en los protocolos experimentales. Hay dos aspectos importantes a normalizar como lo son el macroambiente que hace referencia al ambiente del interior de la sala donde se encuentran los animales; y el microambiente el cual hace referencia al ambiente del interior de la jaula.

### **Distribución por áreas**

Se divide principal en dos áreas: área de servicios y área de alojamiento animal.

#### ◆ Area de Servicios: está constituida por los siguientes locales:

- Area administrativa
- Laboratorio de diagnóstico
- Area de apoyo para el personal técnico de animales
- Area de servicio de jaulas
- Area para la limpieza del edificio
- Area de alimentación
- Area para el examen de animales
- Area de recepción
- Necropsia
- Incinerador
- Quirófano
- Sala de máquinas.

#### ◆ Area de alojamiento de animales: deben estar separadas de acuerdo a su función, dentro de estas tenemos.

- Cuarentena
- Alojamiento convencional
- Barrera
- Aislamiento
- Habitáculos para primates no humanos

- Habitáculos para animales grandes
- Habitáculos para animales grandes
- Habitáculos de ambiente controlado

### **Materiales de construcción.**

Deben poseer ciertas características tales como: que sean resistentes al fuego, desinfectantes, chorros de agua lanzados a presión, impermeables, no resbalantes, no absorbentes, de fácil limpieza y deben estar revestidos con pinturas epóxicas.

- Paredes: deben ser monolíticas, impermeables, pintadas, barnizadas, sin juntas ni grietas.
- Techos: los revestidos de hormigón son satisfactorios si están revestidos con pintura.
- Corredores: deben ser de 2 metros de ancho, para permitir la adecuada circulación del personal y equipo del laboratorio. Se deben reforzar las paredes a una altura de 1.68 metros para evitar que el roce de los equipos las dañe.
- Pisos: deben ser lisos, impermeables, no absorbentes, no resbalantes, resistentes al uso y soportar el peso de los equipos.
- Puertas: deben ser en acero, con buenas chapas de seguridad, que faciliten su limpieza y desinfección.
- Ventanas: no es aconsejable colocar ventanas en la sala de animales debido a que dificultan el control de artrópodos y variables ambientales.
- Drenajes: no son imprescindibles en todas las instalaciones, el diámetro debe ser lo suficientemente ancho para facilitar el paso de los líquidos.
- Producción de agua: se dispondrán en cada departamento de acuerdo a las necesidades y con garantía que no produzcan salidas innecesarias.
- Sistemas de comunicación: el teléfono, fax, megáfono, etc., deben tener un volumen adecuado que no perturbe a los animales.
- Seguridad: los accesos deben cerrarse de forma automática, permitiendo solo el paso del personal autorizado.

### **Condiciones ambientales necesarias**

Los animales de laboratorio necesitan condiciones bióticas necesarias para cumplir sus funciones vitales, debido a que los animales no tienen posibilidad de buscar su propio ambiente.

- Temperatura: es importante evitar cambios bruscos de temperatura, se aceptan variaciones de + ó - 2 °C.
- Ventilación: se deben hacer de seis a ocho recambios del 100% por hora, para evitar el exceso de calor humedad y gases.

- **Humedad:** las variaciones de la humedad relativa afectan el bienestar de los animales, se recomienda que la humedad relativa sea adecuada a la especie. Se deben ser inferiores al 40% y mayores del 70% durante periodos prolongados.
- **Espacio vital:** todo animal necesita un espacio vital para desempeñar sus funciones biológicas, un exceso de animales recarga el ambiente y provoca luchas entre ellos.
- **Iluminación:** la exposición a la luz y la oscuridad es importante para las respuestas fisiológicas de los animales. La intensidad de la luz debe ser de 807 a 1347 lúmenes por metro cuadrado.
- **Control de ruido:** proviene de los animales y de las actividades propias de su cuidado, es inconveniente por los efectos sobre el personal y animales del bioterio. Las formas de reducir ruido y evitar molestias es separar las zonas de animales del personal. No se permiten ruidos mayores de 85 decibeles.

## **Higiene y Seguridad**

Del buen cumplimiento de las normas de bioseguridad depende la calidad de los animales y de los experimentos realizados.

Las principales normas de bioseguridad son:

- Utilizar ropa de protección.
- Lavarse las manos después de manipular animales.
- Usar tapabocas.
- No tocar cara, ojos, nariz y boca con las manos.
- Se prohíbe comer, fumar, tomar agua y almacenar alimento en la zona de animales.
- El personal debe estar inmunizado según corresponda.
- Se deben conocer todas las salidas de emergencia.
- Conocer todos los puntos donde existan alarmas de incendio.
- Saber la ubicación de los extintores.
- Conocer las reglas de primeros auxilios.
- La circulación de animales, equipo, jaulas y alimento se realizarán en un solo sentido para evitar la contaminación cruzada.
- Restricción y control estricto del ingreso del personal, así como de visitas al área de bioterio.
- Examen clínico del personal para identificar gérmenes indeseables.
- Esterilización de todo el equipo que lo amerite.
- La realización de necropsias debe realizarse con ropa y material adecuado y en un lugar seguro.
- Las jaulas empleadas para albergar animales con agentes patógenos deberán ser autoclavadas.
- Tener cuidado en la administración de medicamentos de sedación ya que se pueden auto inyectar.

- Se recomienda el uso de guantes para manejo de alimento y remover animales enfermos.

## **Limpieza y Desinfección del Bioterio**

Se deben seguir procedimientos operacionales y rutinas de trabajo que permitan mantener un ambiente seguro tanto para los animales como para todo aquel que los manipule.

- Se debe contar con material exclusivo del bioterio.
- Llevar un cuaderno de donde se anotarán las tareas realizadas, insumos empleados y requerimientos de distintos protocolos experimentales.
- Evitar la acumulación de polvo y microorganismos patógenos, cuando la limpieza y el orden.
- El agua debe ser renovada en forma total diariamente, los bebederos se limpiarán semanalmente y se desinfectarán cada 15 días.
- Los animales libres se sacrificarán.
- Las variables ambientales deberán ser registradas diariamente.
- Trabajar con el menor ruido posible.
- El operador debe utilizar obligatoriamente ropa de trabajo.
- Tratar cualquier herida con jabón desinfectante.
- La limpieza y desinfección de paredes, pisos y techo se realizará con detergentes y después con un amonio cuaternario.
- La viruta debe ser autoclavada y guardada en recipientes plásticos con tapa.
- Lavar y desinfectar todas las jaulas.
- Cargas comederos antes de colocar animales dentro de la jaula.
- Registrar todo los movimientos realizados durante el día (montas, animales vivos, muertos, etc).
- Las camas se cambiarán siempre y cuando sea necesario.

## **Animales empleados en protocolos experimentales**

- El Cobayo (cavia o conejillo de indias): considerado el animal más representativo de los animales de experimentación, son apacibles, tímidos y sensibles al calor y al frío. Es muy utilizado en investigaciones de nutrición, farmacología, inmunología, radiología y es una especie ideal para obtener complemento, para diagnosticar sífilis mediante la reacción de Wasserman.
- Ratón: utilizado a mediados del siglo XIX, su gran prolificidad, fácil explotación, amplia variabilidad genética, sensibilidad a determinados virus y bacterias lo hacen un modelo significativo de los reactivos biológicos.

En la actualidad se cuenta con estirpes o líneas que cumplen con los más exigentes investigadores. En la actualidad se conocen dos estirpes: en relación con la patología y utilizados en investigación genética.

- La Rata: utilizadas a mediados del siglo XIX, el más utilizado después del ratón. Son muy utilizados en investigación de factores nutricionales, clínica, endocrinología, toxicología, inmunología, radiaciones e intoxicaciones del medio ambiente.
- Mesocricetus ( Hámster): Son animales muy apacibles, de fácil manejo, son muy sensibles a las micobacterias y susceptibles a virus oncogénicos, tales como: papilomas y sarcoma de roux. Importante en estudios de la microcirculación, genética, citogénesis, inmunogenética, fisiopatología de la reproducción, patología bacteriana o vírica y reproducción.
- El Conejo: de las primeras especies empleadas en la experimentación biomédica, en el fijó Pasteur el virus de la calle y consiguió la vacuna antirrábica. Es importante no sujetarlos por las orejas ya que son muy sensibles, se deben sujetar por las patas posteriores y por la nuca.

### **Animales producidos en los bioterios.**

Se desarrollaron por la creciente necesidad de los investigadores de trabajar con animales altamente puros y con características específicas.

- Animales Convencionales: criados sin barreras libres de enfermedades transmisibles al hombre, apropiados para demostraciones y enseñanzas.
- Animales Axénicos: libres de todo germen demostrable por técnicas de laboratorio, se operan por cesárea o parto aséptico, y son mantenidos en ambientes completamente estériles.
- Animales Gnotobioticos ( de flora definida): se contaminan intencionalmente con microorganismos conocidos.
- Animales Libres de Patógenos Específicos (S.P.F.): mantenidas en estrictas normas de manejo, utilizando barreras físicas y administrativas.

### **Control de calidad sobre los animales de laboratorio.**

Es necesario Constatar periódicamente la calidad de los animales de laboratorio por lo que se debe establecer un programa de monitoreo que incluye:

- Pruebas parasitológicas
- Pruebas Microbiológicas
- Pruebas Histopatológicas
- Pruebas Serológicas

- Necropsias ( estas deben ser periódicas)

### **Control de calidad sobre los principales insumos del bioterio.**

- Control sobre el alimento: debe administrarse de acuerdo a los requerimientos específicos de cada especie. Debido a que no se les puede suministrar alimento de forma natural, se suministra alimento de forma industrializado el cual debe poseer las siguientes características:
  - Debe ser palatable, de buen olor y color.
  - Recibir bultos cerrados para prevenir la contaminación.
  - Se debe observar la fecha de vencimiento de cada bulto.
  - Almacenar el alimento en zonas frescas, ventiladas y que no tengan acceso a animales.
  - Realizar pruebas de laboratorio periódicamente al alimento almacenado.
- Control de calidad sobre el agua de bebida: es el vector infeccioso más importante debido a que los animales la contaminan con saliva, heces, pelo, cama, alimento. El agua suministrada debe ser filtrada y acidificada, un pH de 2.5 es suficiente para asegurar la muerte de pseudomonas y estafilococos.
- Control sobre el material de cama: la función del material de cama es absorber deyecciones deyecciones, derrames de agua, proveer aislamiento térmico y permitir la construcción de un nido si es necesario, brindar comodidad y bienestar a los animales. Los cambios de cama se realizan tan seguido como sea necesario, es el vector más común de ectoparásitos.

### **Métodos eutanásicos mas recomendados.**

La eutanasia significa etimológicamente “ muerte sin dolor” y en sentido aplicativo arte de sacrificar animales de manera piadosa evitando el sufrimiento físico y psicológico.

Los métodos eutanásicos se clasifican en dos:

- Físicos: dentro de los cuales tenemos la decapitación, dislocación, aturdimiento, electrocución, disparos con pistola, etc. Estos métodos no se emplean debido a que la ley 084 de 1989 lo prohíbe.
- Químicos: basa en el uso de sustancias que provoquen una rápida insensibilización.  
Se recomienda el uso de dióxido de carbono.  
En el mercado ya existen cabinas o cámaras de referencia las cuales facilitan el sacrificio de los animales.

## **Ética y derecho de los animales de laboratorio.**

Los derechos de los animales están expresados en la ley 084 de 1989. Por la cual se adopta el estatuto nacional de protección de los animales.

Esta ley nos habla de los objetivos, deberes y derechos de los animales.

El artículo 23 es el más importante de la presente ley ya que en él se expresan los requerimientos necesarios para poder desarrollar protocolos investigativos

## **Metodología y resultados.**

Para el desarrollo de la práctica profesional se tomó en cuenta la siguiente metodología:

- Buscar información sobre bioterios.
- Visitar distintos bioterios en la ciudad de Bogotá, determinando debilidades y fortalezas de cada uno.
- Realizar una encuesta: con el objetivo de unificar criterios para su diseño y equipamiento.
- Realizar un diseño de bioterio para la Universidad De La Salle: para poder realizar este diseño se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos; los fondos disponibles para la construcción y equipos necesarios para dotarlo, la información obtenida y las visitas realizadas a los distintos bioterios.  
Por comodidad se realizó un diseño con las siguientes áreas:  
Area de animales  
Area de experimentación  
Area de esterilización  
Area de oficinas  
Almacén  
Area de lavado.
- Cotizar distintos equipos de bioterios para dotar el bioterio: se cotizaron dos equipos diferentes de bioterio, los cuales presentan las siguientes características:  
Estos equipos son un sistema revolucionario de alta tecnología que permiten mayor número de animales por unidad de producción, ahorra tiempo en manejo y cuidado de los animales. Cuenta con subniveles donde se ubican las cajas.  
Cada caja cuenta con un sistema de purificación de aire mediante filtros HEPA, además de esto poseen una barrera para ayudar al control de los niveles de dióxido de carbono y amonio.  
Posee dos unidades turbo para el control del microambiente; una unidad de entrada que suministra fuente de aire estéril a cada caja y una unidad de salida que recoge todas las impurezas suspendidas evitando que salgan al exterior.  
Los sistemas de gradilla están capacitados para mantener 140, 126, 112, 98 cajas.

Los materiales plásticos y metálicos empleados en la construcción de las cajas son de fácil manejo, desinfección y obtención en el mercado.

Pueden ser de Policarbonato, polipropileno, poliestireno, polietileno y zitem. Este sistema cuenta con una estación adicional para el manejo de cajas, asegura el manejo aséptico y protección de los animales. Es una unidad móvil y debe ser utilizada en la manipulación, manejo y transferencia de animales a las jaulas.

Dentro de los principales beneficios tenemos:

- ✓ Suministra un ambiente de trabajo clase 100.
- ✓ Protege a los animales de contaminación cruzada.
- ✓ Minimiza la exposición del personal a partículas contaminantes.
- ✓ De fácil manejo.
- ✓ Flujo y condiciones del filtro monitoreadas.
- ✓ Posee una lámpara de 400 w que mejora la visibilidad y así facilita el trabajo de los operadores.
- ✓ La superficie de trabajo es en acero inoxidable lo cual facilita su limpieza y desinfección.

Adicional a esto posee una unidad de eliminación de desechos, la cual es una estación móvil para disponer de los residuos del bioterio; utiliza una unidad de flujo de aire con presión negativa para ayudarnos a controlar las partículas suspendidas acusa de la eliminación desechos de las jaulas.

- ✓ Reduce la exposición del personal a partículas contaminantes.
- ✓ Minimiza el contacto del personal con los desechos.
- ✓ Retorna aire filtrado estéril al macroambiente.
- ✓ El diseño de contenedor doble limita el volumen y peso de los desechos para un manejo más eficiente.
- ✓ Es móvil de fácil manejo y desinfección.

## **Conclusiones**

La práctica profesional es importante en la formación personal como profesional.

Se realizan aportes que incentivan la investigación y mejoran la enseñanza de diferentes cátedras.

El desarrollo de experimentos por los docentes es más eficiente y de mejor calidad ya que se cuentan con los equipos necesarios para su realización.

Incentiva la investigación para mejorar la calidad de vida de los animales y del hombre.

Facilita la realización de trabajos de grado.

Proporciona nuevos campos de desempeño laboral.

## **Recomendaciones**

Es necesario escoger el personal idóneo para el manejo de los equipos.

Realizar experimentos que hagan aportes a la medicina.

Dotar la biblioteca.

Colocar en las dependencias que lo ameritan las normas de bioseguridad.  
Nombrar un administrados.

Adquirir animales en instalaciones confiables.

Suministrar buena comida a los animales de laboratorio.

Capacitar al personal en manejo de equipos y animales.

Incinerar el material contaminado y cadáveres.

Antes de manipular animales explica su manejo.