ANEXO IV CRITERIOS MÍNIMOS

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE FENOTIPADO DE METABOLISMO Y COMPORTAMIENTO: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

Para que se considere que el sistema cumple con los requisitos mínimos el sistema de fenotipado debe cumplir o superar los siguientes parámetros y capacidades.

El oferente estará obligado a presentar prueba científica del cumplimiento de los requisitos a solicitud del comprador.

Características técnicas mínimas:

1. Se suministrará un sistema completo de fenotipado de alta resolución, con sensores y accesorios para la medida de O_2, CO_2, H_2O (vapor de agua), peso corporal, ingesta de dieta y agua, y actividad física.
2. El sistema debe permitir la medida y registro de datos de medidas independientes y simultáneas en al menos 8 jaulas individuales. Se deben proporcionar, al menos, 4 jaulas completas y una cabina de almacenaje.
3. El sistema debe venir equipado con una cabina ambiental de acero inoxidable por dentro y por fuera, con capacidad para 8 jaulas, y equipada con ruedas.
4. El equipo será capaz de medir el gasto energético por calorimetría indirecta (a partir de variaciones en las concentraciones de O_2 y CO_2).
5. Estas medidas se podrán realizar simultáneamente a otras como el consumo (agua y dieta), peso corporal, actividad, etc.
6. El sistema debe ser capaz de medir y almacenar datos de forma continua durante un período mínimo de 1 semana (7 días).
7. Las jaulas en que se aloje a los animales contarán con un sistema de ventilación individual que proporcione un mínimo de 15 renovaciones de aire por hora. Siendo el flujo de aire aportado a la jaula regulable.
8. Los componentes del sistema que se encuentren en contacto directo con los animales serán totalmente autoclavables. Otros componentes del sistema soportarán desinfección química estándar o esterilización por peróxido de hidrógeno vaporizado.
9. Con el objeto de facilitar la limpieza de las salas, las jaulas y los demás componentes del sistema se fijarán en una cabina móvil. El sistema, una vez montado y totalmente funcional, no excederá los 200 cm de altura.
10. El equipo debe contar con un sistema de monitorización de los principales parámetros ambientales (temperatura, humedad relativa, ruido, presión, vibración, etc.), con registro exacto de fecha y hora.
11. El sistema debe permitir el uso de los tipos de jaula para ratón más habituales, sin modificación de los componentes internos.

12. En caso de detectarse un fallo de los componentes electrónicos del sistema, éstos deben poder ser reemplazados sin tener que parar el ensayo en marcha.
13. La cabina debe permitir la regulación de la temperatura de 3 a 40 °C, así como la regulación de ciclos luz/oscuridad.
14. La cabina debe incluir programación de luz y temperatura. Se incluirá el cambio de programa en días consecutivos, permitiendo intervenciones automatizadas de temperatura y luz.
15. El sistema debe incluir el software necesario para la adquisición y el análisis de datos, un ordenador PC y el soporte necesario para el mismo.
16. Todos los componentes del sistema (a excepción de los cilindros de gas de calibración y el ordenador PC) se deben conectar a la cabina de temperatura con ruedas.
17. El equipo debe incluir un sistema de control de acceso al alimento para todas las jaulas.
18. La tolva de alimento y de suministro de agua debe contener un volumen mínimo de 250 ml y 125 ml respectivamente para permitir experimentos durante largos periodos (7 días) sin perturbar a los animales.
19. El sistema debe estar habilitado para Wi-Fi y ser accesible fuera del sitio, sin necesidad de acceder al PC incluido en el sistema, lo que permite una resolución de problemas y administración de datos fuera del sitio, incluso sin acceso a la red interna.

MEDIDAS Y CONTROL AMBIENTALES

20. Debe incluir una unidad de monitoreo ambiental, con recopilación de datos síncrona que mida: temperatura ambiente, humedad relativa, ruido, movimiento.
21. El sistema contará con un control de temperatura y un sensor de presión barométrica.
22. Las medidas de presión de vapor de agua se utilizarán para la corrección matemática de los efectos de éstas (y de la presión barométrica) en el consumo de O_2, CO_2, gasto energético y RER (*Respiratory Exchanche Rate*, Cociente de Intercambio Respiratorio).
23. Se requiere que el sistema mida la presión de vapor de agua en flujo, permitiendo la corrección matemática del efecto de dilución en la muestra de gas, así como el cálculo de pérdida de agua y balance hídrico de los animales. No es aceptable el secado de cualquier corriente de gas en el sistema por medio de depuradores químicos o trampas de condensación.
24. Para garantizar un ambiente de bajo estrés para los animales, minimizando los niveles de CO_2 y amoníaco, la cantidad mínima de intercambios de aire totales en la jaula en todo momento debe ser igual o superior a 15 por hora (constante de tiempo de la jaula (= volumen de la jaula/tasa de flujo) de no más de 4 min).
25. El flujo dentro de la jaula debe ser ajustable entre 0 y, como mínimo, 3,5 l/min, para permitir concentraciones de gas cercanas al ambiente, incluso con varios animales por jaula, independientemente del tamaño del sujeto.

MEDIDAS DE CALORIMETRÍA, RESPIROMETRÍA Y EJERCICIO

26. El tiempo entre dos medidas consecutivas de O_2 o CO_2 en una misma jaula no podrá exceder 2,5 minutos (1 minuto con 8 ó menos jaulas).
27. Debe incluirse la medición de la presión de vapor de agua, la tasa de pérdida de agua, la producción de agua metabólica, así como la capacidad de realizar correcciones matemáticas de los efectos de la presión de vapor de agua y la presión barométrica en VO_2, VCO_2, EE (gasto energético) y RER (cociente de intercambio respiratorio).
28. Los analizadores de gases deben tener temperatura estabilizada e incorporar un sensor de presión barométrica de alta resolución. La resolución debe igualar o superar el 0,0001 % para O_2, el 0,0001 % para CO_2, 0,25 ppb para H_2O y 0,0001 kPa de presión de vapor de agua y presión barométrica.
29. El flujo de aire tendrá una precisión de 0.15 mL/minuto.

MEDIDAS DE CONSUMOS, PESO CORPORAL Y ACTIVIDAD

30. El sistema debe contar con los monitores necesarios para medir, al menos, peso corporal, dieta y agua. Cada jaula contará con un comedero, botella y nido compatible con los monitores antes mencionados.
31. El sistema debe permitir control total (por software) de acceso a la comida.
32. Todos los monitores para la ingesta de alimentos y agua, y la determinación del peso corporal, deben ser capaces de resolver un cambio estadísticamente verificable de 2 mg (0,002 g) en un rango de 0-1 kg (0-1000 g), para permitir una adecuada precisión y exactitud. **No es admisible una restricción variable del rango de 0-1000 g, para alcanzar dicha resolución**.
33. Cada jaula proporcionada debe contar con una red de haces infrarrojos para la medición de la actividad. La distancia entre nodos de la red no sobrepasará 1 cm, creando una resolución efectiva calculada de 2,5 mm. El sistema de registro de actividad debe calcular la posición dentro de la jaula, el tiempo que ha permanecido el animal en cada posición, la distancia total recorrida. Se deben registrar como datos brutos todas las posiciones con respecto al tiempo.

CAPTURA Y ANÁLISIS DE DATOS

34. Todos los datos recopilados por todo el sistema (analizadores, generadores de flujo, sensores de masa/peso, sensores de ruedas de ejercicio, marcos de haces de actividad, etc.) deben adquirirse a una velocidad de 1 Hz (una muestra por segundo) o más rápida y almacenarse en disco en formato bruto sin transformaciones, para permitir un análisis de datos de alta resolución y totalmente rastreable.
35. El sistema se suministrará con todo el software necesario para la captura y análisis de datos y debe contar con un PC de control exclusivo (asimismo, suministrado).
36. El software debe proporcionar archivos de datos brutos (en formato: .csv, .xls, .xlsx u otros formatos de amplia distribución, gratuitos, compatibles con MS Office) con todos los

parámetros anteriormente mencionados (VO_2, VCO_2, VH_2O, flujo, RER, actividad ambulatoria, consumo de dieta y agua, y peso corporal).

37. El sistema debe incluir un PC de control con un disco duro de al menos 1TB y 16 GB de RAM. Contará con varios puertos USB 2.0 y USB 3.0 e incluirá un monitor LCD plano de un mínimo de 24''.
38. El sistema debe contar con una capacidad interna suficiente para la captura de datos a máxima capacidad durante un período de 7 días. El almacenaje de datos se llevará a cabo de forma redundante.
39. El equipo debe tener capacidad interna de recolección y almacenamiento de datos, independientemente del ordenador PC externo, creando una redundancia y protección total de los datos recopilados.
40. El sistema debe ser capaz de realizar análisis de comportamiento automatizados (presupuestos de tiempo, presupuestos de locomoción, matrices de transición de probabilidad, monitorear e informar interacciones animal-sensor) para permitir un fácil fenotipado cuantitativo y cualitativo del comportamiento.
41. El equipo contará con un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (S.A.I.). El sistema debe poder recopilar datos incluso en caso de fallo total del PC y pérdida de energía.
42. El sistema debe llevar a cabo, de forma automática, un análisis integrado de los datos calorimétricos y de actividad (o comportamiento).
43. Toda la captura de datos se realizará a una frecuencia de 1 Hz (o más rápida).

REQUISITOS MÍNIMOS DE CONECTIVIDAD

44. El sistema debe contar con una conexión WiFi local, independiente de la conexión a la red Ethernet.
45. Se utilizará un solo cable por jaula, tanto para la alimentación eléctrica como para la transmisión de datos. El cable de conexión será del tipo CAT5e/CAT6a o similar).

MODIFICACIONES FUTURAS

46. Los componentes del sistema (como mínimo, los analizadores de gases, los generadores de flujo y la adquisición de datos) deben permitir el uso de diferentes tipos de jaulas (jaula abierta, jaula IVC y jaulas aisladas) tanto para ratones como para ratas, sin modificar los componentes internos. En caso de que el usuario decida cambiar entre los tipos de jaula y el modelo de animal en el futuro.

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES

47. El fondo de la jaula, así como la tapa, la tolva de comida, agua y masa corporal, así como la rueda de actividad física deben ser totalmente esterilizables en autoclave (temperatura >= 121 °C, 150 ciclos mínimo), incluidos todos los componentes que están fijados permanentemente a ellos, para permitir una fácil manipulación, limpieza y esterilización.
48. En caso de fallo, los componentes electrónicos, tanto 'externos', por ejemplo, monitores de peso, etc. como 'internos', por ejemplo, sensores de gas o medidores/controladores de

flujo, deben ser completamente intercambiables en el momento, sin necesidad de cancelar o interrumpir un experimento en curso.

49. La garantía debe incluir, durante su periodo de vigencia, una visita anual *in situ* de mantenimiento preventivo, calibración y verificación de sistema que incluirá la actualización de *software* y *firmware* a la última versión. Este mantenimiento incluirá desplazamiento y consumibles necesarios (p.ej. el reemplazo de sensores o filtros internos y externos).
50. Estas visitas tendrán lugar a los 12, 24 y 36 meses desde la instalación y puesta en marcha definitiva del equipo.
51. Durante esas visitas se deberá formar a los usuarios en los cambios de *hardware* o *software* realizados.
52. En caso de avería, se deberá realizar una visita de mantenimiento y reparación en un plazo máximo de 48 h, tanto en periodo de garantía como fuera de dicho periodo, haya o no contrato de mantenimiento vigente.

FORMACIÓN Y SOPORTE

53. Tras la instalación, la empresa ofertante formará al personal que indique el adquiriente en el manejo y mantenimiento del sistema (*hardware* y *software*).
54. Indispensable soporte científico-técnico on-line (teléfono, correo, chat, etc.) sobre análisis de datos, interpretación de datos, diseño experimental, etc.
55. Durante el periodo de garantía, 5 horas/año gratuitas, de personalización de software, desarrollo de macros o capacitación en escritura de macros de manera adicional a el software y macros de análisis proporcionadas durante la configuración y las actualizaciones/actualizaciones periódicas.

GARANTÍA Y SERVICIO

56. La oferta incluirá una garantía y servicio completos de 3 años, incluida la instalación primaria, visitas anuales al sitio, soporte científico, capacitación anual y garantía puerta a puerta en piezas y mano de obra.
57. Durante este periodo, se incluirá la reparación o reemplazo, según sea necesario, del equipo o las piezas defectuosas, independientemente de causa del daño. Esto incluye suministros consumibles como filtros de aire, sensores, tubos y Conectores de tubería externa.