

## Sistema de pesaje automatizado que facilita el manejo de cuyes (*Cavia porcellus*)

Barco-Jiménez, J.<sup>®</sup>; Martínez, M. y Solarte, A.L.

Universidad Centro de Estudios Superiores María Goretti (CESMAG), San Juan de Pasto, Colombia.

### RESUMEN

La base de la economía de miles de familias Nariñenses se fundamenta en el desarrollo de actividades de cría de pequeñas especies, como los cuyes (*Cavia porcellus*). En cifras, se estima que existen 20,000 criaderos pequeños de cuyes en Nariño que generan transacciones mensuales por trescientos mil dólares, un sector que tiene una tendencia constante de crecimiento. No obstante, la producción de cuyes se realiza de forma artesanal debido a la falta de tecnificación de este sector. Una problemática identificada en la cría de estos animales es la pérdida de peso, afectando su salud, debido a lesiones causadas en el pesaje de forma tradicional. En este proceso, el animal es inmovilizando y llevado manualmente hacia la báscula, lo que puede ocasionar lesiones, variaciones de peso, reducción de movilidad y hasta la muerte. Conscientes que dichas problemáticas podrían solucionarse a través de la tecnología, en este artículo se presenta un sistema de pesaje e identificación automatizado que permita a los productores realizar el proceso de pesaje sin intervención humana, facilitando el manejo de cuyes, con la posibilidad de mantener el estado de salud del animal, registrar información de su crecimiento y facilitar el proceso de toma de decisiones sobre la venta. Se presenta el diseño propuesto desde un punto de vista estructural y operativo, y resultados experimentales obtenidos en un escenario real.

### Automated weighing system that facilitates handling of guinea pigs (*Cavia porcellus*)

### SUMMARY

The base of the economy of thousands of Nariño families is based on the development of small species breeding activities, such as guinea pigs (*Cavia porcellus*). In figures, it is estimated that there are 20,000 small guinea pig farms in Nariño that generate monthly transactions of a three hundred thousand dollars, a sector that has a constant growth trend. However, the production of guinea pigs is done by hand due to the lack of technification of this productive sector. A problem identified in the breeding of these animals is the loss of weight, affecting their health, due to injuries caused in the traditional way of weighing. In this process, the animal is immobilized and manually taken to the scale, which can cause injuries, stress, weight variations, reduced mobility and in the worst case until death. Aware that these problems could be solved through technology, this article presents an automated weighing and identification system that allows producers to carry out the weighing process without human intervention, facilitating the handling of guinea pigs, with the possibility of maintaining the health status of the animal, allows the registration of information on their growth and facilitates the decision-making process on the sale according to the breeding phase. The proposed design is presented from a structural and operational point of view, and the experimental results obtained in a real scenario in a guinea pig farm.

### PALABRAS CLAVE

Cuyes de granja.  
Dispositivo de pesaje.  
Identificación RFID.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Guinea pigs.  
RFID tag  
Weighing device.

### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received:  
Aceptado/Accepted:  
On-line: 15/01/2021  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
[jebarco@unicesmag.edu.co](mailto:jebarco@unicesmag.edu.co)

### INTRODUCCIÓN

El cuy es originario de Suramérica estableciéndose principalmente en diferentes zonas como Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú. Desde hace por lo menos 3000 años, fue utilizado como una importante fuente de alimentación para los pueblos aborígenes, y posteriormente fueron domesticados (Quijandria et al. 1983). En la actualidad el cuy se cría en zonas rurales y suburbanas de estos países. Su periodo de supervivencia es aproximadamente de 8 años, sin embargo, alcanzan su madurez en peso en pocos meses (6 meses) (Rodríguez et al. 2015). Cuando se habla de este animal no se puede especificar simplemente una raza, debido a la diversidad de cruces que han tenido

estos animales desde hace muchos años de manera incontrolada. Por lo tanto, se describen los tipos de animales que se han identificado en la literatura (Yamada et al. 2018).

En el departamento de Nariño, la producción de cuyes se realiza de forma artesanal debido a la falta de automatización y tecnificación en las granjas productoras, lo cual genera pérdida de competitividad en comparación con los procesos de producción de medianas especies a nivel nacional, que están optimizados y apoyados tecnológicamente para producir grandes volúmenes a un bajo precio. Estas barreras técnicas generan dificultad para manejar la producción del cuy (*Cavia porcellus*) en grandes cantidades

y obtener un beneficio de reducción de costos al aumentar la producción (Elijah et al. 2018; Farooq et al. 2019).

La crianza y explotación del cuy a nivel tecnificado, requiere de mayores cuidados, inclusión de prácticas de manejo más complejas y la provisión de instalaciones especiales con el único fin de hacer un mejor control de diferentes factores internos y externos (Zambrano C. 2015). En este sentido se procura que el manejo de cuyes en producción se realice respetando el espacio vital, el cual juega un rol importante en los aspectos de estrés. En el cuy, el espacio vital reducido le genera incomodidad para alimentarse, desplazarse, descansar, etc., afectando sus niveles productivos y reproductivos. El espacio vital también se puede ver reducido por procesos tradicionales y manuales de pesaje en cuyes (*Cavia porcellus*) (Cáceres et al. 2004).

Específicamente, una problemática, que manifiestan los productores locales de cuyes de Nariño, es la pérdida de peso y presencia de lesiones causadas en el proceso de pesaje de forma tradicional. En sistemas cuyícolas de baja tecnificación, es normal encontrar retraso en la madurez sexual y otros parámetros productivos y reproductivos, debido a deficiencias en el manejo y sobre todo en la nutrición de los cuyes (Caycedo et al. 2011, Cardona et al. 2019). En este proceso el animal es acorralado e inmovilizando con una bolsa de tela y llevado manualmente hacia la báscula, a veces, produciéndole lesiones (menores o mayores) que conllevan a enfermedades que reducen su salud. Por ejemplo: pueden perder movilidad por lesiones en sus extremidades y/o columna dificultando el acceso a la comida, tienen mayor probabilidad de contagio de enfermedades dado que se usa una misma bolsa para atrapar a todos los animales, se genera mayor estrés físico en el proceso, y en el peor de los casos cuando el proceso se sale de control, se puede ocasionar la muerte del animal.

Actualmente, los productores no han buscado otros métodos para realizar el proceso de pesaje debido a la escasez de recursos. Por otro lado, no se han desarrollado dispositivos relacionados con la tecnificación del pesaje de animales de tamaño pequeño, por el contrario, existen varias alternativas para el pesaje de animales de tamaño mediano y grande (e.g. PCE Ibérica S. L. Instrumentación - [www.pce-instruments.com/](http://www.pce-instruments.com/)), que pueden ser referentes para buscar una solución a la problemática mencionada (Liu et al. 2011, Vaughan et al. 2017). En general, la tecnificación sobre el proceso de producción de cuyes se ha enfocado en mantener condiciones favorables para el crecimiento por medio del control de temperatura, ventilación e iluminación. No obstante, muchos referentes mencionan la importancia de mantener al cuy en óptimas condiciones físicas, sin lesiones o marcas, para que no pierda su valor comercial. Por otro lado, se expone la importancia de llevar un registro conti-

nuo de peso para identificar las diferentes fases en las que se encuentra el animal, y tomar decisiones sobre diferentes aspectos, tales como: la venta del animal (fase de maduración completa), o cambio de lote, cambio de alimentación, entre otros (Burgos et al. 2010).

En mérito de lo expuesto, este proyecto tiene el propósito de brindar una herramienta tecnológica de pesaje y monitoreo automatizado que facilite la producción en masa, cumpliendo diferentes criterios de funcionalidad, técnicos y de salud, como son: evitar la intervención humana en el proceso, establecer la exactitud del dispositivo de pesaje, y no poner en riesgo al animal mientras se realiza el pesaje.

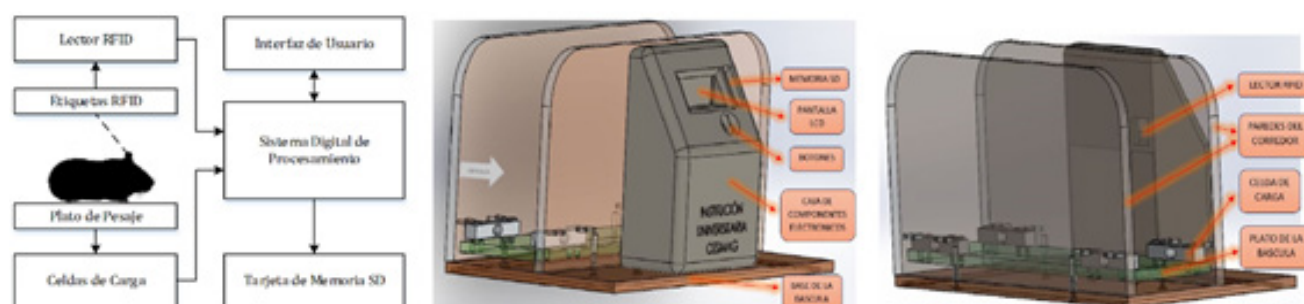
## MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en la granja experimental del Corregimiento de San Fernando en el Municipio de San Juan de Pasto, Colombia, ubicado en las coordenadas: 1°12'12.6"N 77°13'33.7"W, con una altura de 2800 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 14 °C. A continuación, se presenta las generalidades y razas de cuyes que se tuvieron en cuenta en este estudio.

De acuerdo al pelaje y conformación del cuerpo hay seis tipos, sin embargo se describen los animales Tipo 1, Tipo A y Raza Perú que fueron objeto de estudio. Tipo 1: de pelo corto, lacio y pegado al cuerpo pudiendo presentar un remolino en la frente. Este es uno de los tipos que presentan mejores características para producción de carne. Sus incrementos de peso son superiores a los de los otros tipos. Tipo A: Forma redondeada, cabeza corta y ancha, temperamento tranquilo. Son animales para la producción de carne que al cabo de tres meses alcanzan un peso ideal para el sacrificio. Raza Perú: es una raza pesada, con desarrollo muscular marcado, es precoz y eficiente convertidor de alimento. Estos presentan las siguientes características físicas y biológicas que son pertinentes para este estudio: peso (max.) de 1500 gr, ancho (max.) de 10 cm, largo (max.) de 25 cm, alto (max.) de 10 cm (Burgos, Solarte & Cerón 2010).

## DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE IDENTIFICACIÓN Y PESAJE PARA CUYES (SAIPC)

Para el diseño del sistema de identificación y pesaje de cuyes se tuvieron en cuenta, principalmente, las características físicas de los cuyes que se producen en la región (raza, tipo, tamaño, entre otros), y las características de las granjas nariñenses (tamaño galpón, temperatura, cantidades, entre otros). Estas características se convierten en los parámetros de diseño que permitirán desarrollar un dispositivo que se ajuste a las necesidades del sector de producción local de cuyes. No obstante, estos parámetros pueden ser ajustados para otras razas y tipos de cuyes,



**Figura 1.** Diagrama de bloques del sistema de identificación y pesaje de cuyes (Block diagram of the system for identification and weighing cuyes).

cumpliendo el mismo objetivo: la automatización del pesaje sin lastimar al animal.

**Diagrama de bloques de funcionalidad del SAIPC:** El diagrama de la **Figura 1**, presenta un diseño intuitivo que se compone de tres partes principales: (1) componentes de pesaje, (2) componentes de identificación y (3) el sistema de procesamiento que permite integrar la interfaz de usuario y la tarjeta de almacenamiento de datos.

**Componentes de pesaje:** se diseña para que la medida de peso se pueda capturar de forma precisa y rápida. En este caso se utilizan celdas de carga ya que permiten obtener una medición casi instantánea (en el orden de los milisegundos), confiable y con bajo error de medición. La celda de carga traduce la fuerza ejercida por el peso del animal en una señal electrónica que es interpretada por el circuito electrónico de pesaje y convertida a gramos para que pueda ser visualizada. En total el sistema tiene 4 celdas de carga ubicadas en cada una de las esquinas del plato de pesaje sosteniendo el mismo.

**Componentes de identificación:** Para implementar la identificación se utiliza tecnología RFID (Radio Frequency IDentification), muy utilizada en la producción de animales para realizar el seguimiento y trazabilidad de animales. El uso de la tecnología RFID requiere de dos componentes, una etiqueta RFID que el animal debe usar constantemente, y un lector que permita leer el número de dicha etiqueta (ver Figura 1). En este caso, se utilizan etiquetas RFID similares a un botón (radio de 0.7 cm) que puede ser adherido al animal como un arete. Estas contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un lector RFID. No requieren alimentación eléctrica interna (etiquetas RFID pasivas) y contienen un código o número identificador único que permite diferenciar un animal de otro. El lector del RFID del sistema de identificación pesaje para cuyes transmite y recibe una respuesta con el número de la etiqueta RFID del animal. Particularmente, en este dispositivo se utiliza el lector RFID ID-12A que opera a una frecuencia de 125kHz, y con cobertura alrededor de los 10 cm. Aunque la instalación de etiquetas RFID supone generación de estrés al animal, este proceso se realiza una sola vez

durante la vida del animal, o algunas veces adicionales en caso de que la etiqueta RFID se desprenda. Lo cual representa, una menor cantidad de veces de manipulación en comparación con el pesaje tradicional que se realiza cada vez que hay posibilidad de venta o para llevar estadísticas.

**Sistema digital de procesamiento, interfaz y memoria:** se encarga de recibir e interpretar las señales eléctricas provenientes de los componentes de pesaje e identificación para enviarlas a la pantalla LCD de la interfaz de usuario y visualizar los datos peso y número de identificación del animal. Adicionalmente, gestiona el guardado de los datos en la memoria SD. El sistema digital de procesamiento está basado en la plataforma de desarrollo ARDUINO MEGA 2560 rev 2.0 (Guadalupi 2019).

#### DIAGRAMA ESTRUCTURAL DEL SAIPC

A continuación, se describen los componentes estructurales más importantes del sistema SAIPC.

**Plato y corredor de pesaje:** El plato de pesaje debe ser lo suficientemente grande para contener completamente a un cuy (en etapa de madurez) parado en sus cuatro extremidades. El plato se ubica por debajo de los sensores de peso (celdas de carga) suspendido de los mismos y tiene la función de sostener al animal mientras su peso es registrado por el circuito electrónico. Tomando como referencia a los cuyes del Tipo 1 y A se definen las siguientes dimensiones del plato de pesaje: 39cm x 9cm x 1cm, y del corredor de pesaje de 40cm x 1 cm x 20 cm.

**Base y caja de componentes electrónicos:** La base permite sostener todos los elementos del sistema. Esta brinda el soporte al corredor y plato de pesaje manteniéndolos a la menor distancia posible del suelo (5 cm aproximadamente), para facilitar el ingreso de los cuyes dadas su característica de altura de 10 cm promedio. La caja de componentes electrónicos permite mantener el sistema digital de procesamiento e interfaz de usuario en condiciones funcionales, protegiendo de la suciedad, humedad, caída de líquidos que pueden ocurrir en un galpón. Además, evita que los animales puedan alcanzar y dañar los componentes electrónicos.



## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE IDENTIFICACIÓN Y PESAJE PARA CUYES (SAIPC)

Primero, se debe ubicar estratégicamente el dispositivo de pesaje en un sector del galpón por donde el animal pueda desplazarse para recibir su alimento, o en cualquier ubicación que suponga el desplazamiento del animal por encima del plato de la báscula. Es importante mencionar, que este paso del proceso requiere de una adaptación del animal al dispositivo, el cual se puede conseguir con la estimulación utilizando alimento o mediante la exposición frecuente del dispositivo al animal. Cuando el animal se acerca a la báscula, el pasillo debe dirigirlo hacia el plato de pesaje de la báscula, posteriormente, cuando el animal llegue hasta la posición central del plato de la báscula, el lector RFID debe realizar la detección de la etiqueta RFID del animal y el circuito electrónico debe registrar el número de identificación y realizar la lectura de peso por medio de las celdas de carga, finalmente, los datos de identificación y peso del animal son visualizados en la pantalla LCD y guardados en la memoria SD junto con los datos de hora y fecha en que ocurrió el proceso.

## RESULTADOS

### MODIFICACIONES TRAS LA EXPERIMENTACIÓN

Tras una primera experimentación con el registro del SAIPC en un galpón de cuyes, se realizaron dos modificaciones sobre la estructura para mejorar el funcionamiento del sistema. Específicamente, se ubicaron escalones a la entrada y la salida del corredor de pesaje para facilitar el acceso y salida del animal del sistema de pesaje. Igualmente, se puede observar dos estructuras curvas pegadas en el corredor de pesaje. Estos elementos actúan como bretes haciendo que el animal se desplace lentamente sobre el corredor de pesaje, mejorando el registro de peso del animal, de igual forma los bretes dirigen la cabeza del animal hacia el detector RFID, mejorando la detección del mismo. Se realizaron pruebas en un entorno real, comparando las medidas obtenidas con una báscula de pesaje tradicional y el SAIPC. En

primer lugar se realizó el registro manual de peso para los animales del galpón (tomando 20 animales como muestra). Posteriormente se instalaron etiquetas RFID a los mismos animales y se dejaron en el galpón junto con el sistema de pesaje automatizado.

Después de realizar varias pruebas de pesaje, en la siguiente tabla se muestran los resultados promedio de 3 mediciones para cada animal.

## DISCUSIÓN

De la **Tabla I**, se calcula la media del error (MAE) del dispositivo de  $\pm 87,7$  gramos, en términos de porcentaje es de 6,0%. Aunque es necesario realizar un trabajo estadístico con mayor cantidad de animales, los resultados preliminares muestran que los valores de error mencionados son similares en comparación con los sistemas de medición de peso tradicionales que se encuentran en el comercio local, lo cuales tienen errores de medición en el orden de los  $\pm 100$  gr. Al realizar el experimento con el sistema de pesaje automatizado se realiza menor manipulación del animal, con respecto al proceso de pesaje manual. Adicionalmente, es importante mencionar que los animales no hacen uso del SAIPC inmediatamente. Estos tienen que ser estimulados con alimento para que se desplacen por encima del plato de pesaje. Tras los experimentos, consideramos que es importante establecer estrategias para la habituación del animal al dispositivo, y hacer un trabajo de observación sobre tiempos de respuesta obtenidos que tarda el animal en adaptarse al uso del mismo. Tras validar el funcionamiento en campo del dispositivo, se procedió a solicitar la patente ante la entidad de protección de propiedad intelectual de Colombia (Superintendencia de Industria y Comercio) y esperamos que el documento de patente como modelo de utilidad se otorgue a mediados del 2020.

## CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista técnico el sistema automatizado de identificación y pesaje para cuyes presenta un error de medición similar al de los dispositivos de

**Tabla I.** Mediciones de peso en cuyes (Guinea pig weight measurements).

	Nº muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Báscula Tradicional	Peso [gr]	1197	1574	1248	1488	1572	1615	1628	1776	1058	1194
SAIPC	Peso [gr]	1257	1522	1222	1505	1450	1627	1628	1601	1231	1278
Error Absoluto	[gr]	60	53	26	17	122	12	0	175	173	84
Error Porcentual	[%]	5%	3%	2%	1%	8%	1%	0%	10%	16%	7%
	Nº muestra	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Báscula Tradicional	Peso [gr]	1542	1489	1475	1387	1565	1357	1879	1696	1489	1282
SAIPC	Peso [gr]	1591	1597	1593	1516	1549	1475	1969	1849	1638	1386
Error Absoluto	[gr]	49	108	118	129	16	118	90	153	149	104
Error Porcentual	[%]	3%	7%	8%	9%	1%	9%	5%	9%	10%	8%

medición encontrados en el comercio local. Aunque el dispositivo cuenta con las características funcionales para realizar el pesaje sin intervención del productor, se debe establecer y complementar con estrategias para habituar al animal al uso del dispositivo.

## AGRADECIMIENTOS

Por parte de los autores se expresa un agradecimiento a la Universidad CESMAG (Pasto – Nariño – Colombia) por la financiación del proyecto “Desarrollo de un Sistema Automatizado de Identificación y Pesaje para Cuyes”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Burgos, W, Solarte, C, & Cerón, M 2010, 'Efecto del tamaño de camada y número de parto en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus* Rodentia: caviidae)', *Revista lasallista de investigación*, vol. 7, no. 2, pp. 47–55.
- Cáceres, F, Jiménez, R, Ara, M, Huamán, H, & Huamán, A 2004. 'Evaluación del Espacio Vital de Cuyes Criados en Pozas', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 15, no. 2, pp. 100-112.
- Cardona, J, Patiño, R, Carlosama, L, Portillo, P, & Moreno, D 2019. 'Parámetros Zootécnicos de *Cavia porcellus* en Sistemas Productivos de Nariño y Putumayo (Colombia)', *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, vol. 14, no. 3, pp. 29-41.
- Caycedo, A, Zamora, Á, Echeverry, S, Enríquez, R, Ortega, E, & Burgos, M 2011. 'Producción Sostenible de Cuyes, Alternativa Económica para la Conservación de Cuencas Hidrográficas en el Departamento de Nariño', *ASINDETEC Universidad de Nariño*, vol. 1.
- Elijah, O, Rahman, TA, Orikumhi, I, Leow, CY, & Hindia, N 2018, 'An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges', *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 5, pp. 3758–3773.
- Farooq, MS, Riaz, S, Abid, A, Abid, K, & Naeem, MA 2019, 'A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming', *IEEE Access*, vol. 7, pp. 156237–156271.
- Guadalupi, A 2019, 'Schematics ArduMEGA2560\_Rev3e', viewed December 2019, [https://content.arduino.cc/assets/MEGA2560\\_Rev3e\\_sch.pdf](https://content.arduino.cc/assets/MEGA2560_Rev3e_sch.pdf).
- Liu, T, Teng, G, & Fu, W 2011, 'Research and development of pig weight estimation system based on image', *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control, ICECC 2011 – Proceedings*, IEEE, Ningo – China, pp. 2774–2777.
- Quijandria, B, Muscari, J, & Robison, OW 1983, 'Selection in guinea pigs: III. Correlated responses to selection for litter size and body weight', *Journal of animal science*, vol. 56 no. 4, pp. 829–832.
- Rodríguez, H, Gutierrez, G, Palomino, M, & Hidalgo, V 2015, 'Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes de la Costa Central del Perú', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 26, no. 1, pp. 77–85.
- Vaughan, J, Green PM, Salter, M, Grieve, B, & Ozanyan, KB 2017, 'Floor sensors of animal weight and gait for precision livestock farming', *Proceedings of IEEE Sensors*, Glasgow, UK, pp. 1–3.
- Yamada, G, Bazán, V, & Fuentes, N 2018, 'Parámetros productivos de cuyes G en la costa central del Perú', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 29, no. 3, pp. 877–881.
- Zambrano, O 2015, 'Costos de Producción de Crianza Artesanal y Tecnológica del Cuy (*Cavia porcellus*) en Cajamarca. Tesis de Maestría, <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1611>