



EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN LA CRIANZA COMERCIAL DE CUYES (*Cavia porcellus L.*) EN DOS ZONAS ECOLÓGICAS

PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN THE COMMERCIAL BREEDING OF GUINEA PIG (*Cavia porcellus L.*) IN TWO ECOLOGICAL ZONES

Nestor Cahui Galarza¹

¹Dirección General de Desarrollo Empresarial - Ministerio de la Producción, Calle Uno N° 060 San Isidro Lima, Peru, nescahui@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de determinar los indicadores productivos y reproductivos en sierra a 3820 m.s.n.m. y costa a 1400 msnm. en cuyes de la línea Perú, con sistema de empadre continuo, alimentación restringida, agua *ad libitum*, con uso de cercas gazaperas y densidad de 7 hembras y un macho. Se ha determinado que: los pesos promedio de crías al nacimiento fue 148.17 ± 19.56 g y 159.25 ± 20.25 g en costa ($P < 0.05$). El peso promedio al destete en sierra fue 265.30 ± 19.68 g y 280.28 ± 25.95 g en costa ($P < 0.05$), alcanzando el peso de comercialización como parrillero fue a los 80 ± 6 días con ganancias de peso de $8.36 \pm 0,65$ g/día para sierra y 66 ± 7 días, con ganancia de peso de 10.06 ± 1.12 g/día en costa. Se ha registrado mortalidad de 10.19 ± 1.33 y 7.62 ± 1.29 en sierra y costa respectivamente. Alcanzando productividad de 10.30 ± 0.15 y 10.64 ± 0.34 cuyes parrilleros/ hembra reproductor/ año en sierra y costa respectivamente. En cuanto a los índices reproductivos se logró fertilidades de 97.15% para sierra y 96.10% en costa, además de lograr 4.18 ± 0.19 partos por año en sierra y 4.29 ± 0.22 partos en costa, tamaño de camada de 2.83 ± 1.04 crías/ parto en sierra y 3.00 ± 1.11 crías en costa. La frecuencia de tamaño de camada fue 10.6 y 6.9% de camada de 1, el 26.6 y 28.2% de mellizos, el 37.2 y 34.6% de trillizos, el 20.2 y 19.7% de cuatrillizos, el 5.3 y 9.6% de quintillizos y el 0.0 y 1.1% de sextillizos en sierra y costa respectivamente.

Palabras clave: costos, producción, cuyes, productividad, economía.

ABSTRACT

The research has been realized with the objective to determine the productive and reproductive indicators in mountain range to 3820 msnm. and on the coast to 1400 msnm, in the guinea pigs of the Perú line, with the continuous reproduction system, restricted feeding, water *ad libitum*, with the guinea pigs fences with an amount of quantity of 7 female and 1 male. It has been determined that: The average weights of offspring at birth were 148.17 ± 19.56 g and 159.25 ± 20.25 g on the coast ($P < 0.05$) the average weight of weaning in the mountain range was 265.30 ± 19.68 g and 280.28 ± 25.95 g on the coast ($P < 0.05$), reaching the weight of commercialization as a broiler was at 80 ± 6 days with weight gains of $8.36 \pm 0,65$ g/ day to the mountain range and 66 ± 7 days with weights gains of 10.06 ± 1.12 g/ day on the coast. Mortality of 10.19 ± 1.33 and 7.62 ± 1.29 in mountain range and on the coast respectively has been registered. Reaching productivity of 10.30 ± 0.15 and 10.64 ± 0.34 broilers guinea pigs/ female reproductive/ year in mountain range and on the coast respectively. In term of productive rates fertilities of 97.15% were achieved to the mountain range and 96.10% on the coast, in addition to achieving 4.18 ± 0.19 birth per year in mountain range and 4.29 ± 0.22 and on the coast, size of litter of 2.83 ± 1.04 offspring/ birth in mountain range and 3.00 ± 1.11 and on the coast. The frequency of the size of litter was 10.6 and 6.9% of litter of 1, 26.6 and 28.2 % of twin, 37.2 and 34.6 % of triplets, 20.2 and 19.7% of quadruplets, 5.3 and 9.6% of quins and the last but not least 0.0 and 1.1% of sextuplets in mountain range and on the coast respectively.

Key word: costs, productions, pigs, farms, guinea pigs, productivity, economy.

*Autor para correspondencia: nescahui@hotmail.com





INTRODUCCIÓN

La Cumbre Mundial de Seguridad Alimentaria del 2009 consagró medidas de emergencia para garantizar la seguridad alimentaria para la protección de las poblaciones vulnerables, con medidas de mitigación a mediano y largo plazo, siendo una de ellas, la investigación y desarrollo en el sector agropecuario (Viñas, 2012), debido a que la población humana a nivel mundial está en constante crecimiento, y se espera que la demanda de alimentos para el año 2050 sea aproximadamente de 70% mayor a la demanda del año 2010 (Friedrich, 2014; Berry y Crowley, 2013). Dentro de la producción mundial de alimentos de origen animal, la carne se encuentra catalogada como uno de los principales productos de importancia para la alimentación al igual que la leche y el huevo, la producción proviene principalmente de ganado bovino (FAO, 2012), sin embargo, la crianza de cuyes ha tomado auge en los últimos años y hoy en día es una actividad importante en la generación de ingresos para las empresas comerciales y familias campesinas.

Para cubrir el incremento de la demanda de alimentos pecuarios y agrícolas requiere una mayor eficiencia en la producción (Berry y Crowley, 2013). Pero existen ciertos factores que afectan los resultados a nivel de producción, por lo que es necesario que estén en relaciones óptimas para lograr la producción máxima a costos bajos (Babović *et al.*, 2011). La importancia de determinar valores financieros se reflejan en abordar problemas económicos dentro de la producción, que de otro modo podrían limitar a los productores en la toma de decisiones (Barth *et al.*, 2001; Alexander *et al.*, 2012). Cabe destacar que los efectos medioambientales influyen en el desarrollo de actividades pecuarias (Bauer *et al.*, 2008). Al cuy se conoce como una especie de la zona alto andina, pero los mejores resultados productivos, reproductivos y de mercadeo se han dado en la costa del Perú. La brecha económica entre la zona urbana y la rural cada vez es más evidente y compleja porque el proceso de desarrollo y modernización en el país se presenta de manera desigual. En este sentido urge transferir tecnología capaz de mejorar los índices productivos de sus cultivos y sus crianzas a fin de crear microempresas rentables, capaces de absorber mano de obra en el sector rural (Zaldívar, 2007).

Una de las principales actividades pecuarias en la costa y sierra es la producción de cuyes y el comportamiento reproductivo es uno de los factores más importantes que afectan la producción, ya que directa o indirectamente influye en la cantidad de animales parrilleros (Plaizier *et al.*, 1997). Existen varias limitaciones con los estudios observacionales que no ocurrirían en experimentos controlados. Por ejemplo, la salud de los semovientes, la nutrición, las prácticas de manejo y los genotipos pueden no estar bien controlados en estudios observacionales (Koketsu *et al.*, 2017). La interacción de la genética con el medio ambiente influyen en el crecimiento de los animales (Horton, 2005). Las funciones de producción definen con precisión las relaciones factor-producto y permiten a los administradores controlar los factores que afectan la economía de la producción de carne y las medidas que deben tomarse para alcanzar ciertos objetivos. Antes de ingresar a la producción en sí, es importante que los agricultores sepan sobre los costos y la rentabilidad económica, así como los factores que influyen en la economía de la producción de carne (Babović *et al.*, 2011).

Los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo del hato. Se calculan cuando los eventos reproductivos han sido registrados adecuadamente. Estos índices nos permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadios tempranos. Los índices reproductivos sirven para investigar la historia de los problemas (infertilidad y otros). La mayoría de los índices para un hato son calculados como el promedio del desempeño individual (Bautista, 1999). En condiciones normales la tasa de fertilidad en el cuy es alta, estando alrededor del 90%. La fertilidad es considerada el aspecto económico más importante en



una explotación, pues todas las funciones de los animales están ligadas a su capacidad reproductora. Las deficiencias en la fertilización se deben fundamentalmente a fallos totales en un número reducido de hembras que retornaran al celo a los 16,4 días después del servicio. Según (Bautista, 1999). Numerosos son los factores que influyen en la fertilidad pudiendo considerarse dos grupos de ellos: Internos y Externos (Teo *et al.*, 2007). El cuy es una especie poliéstrica y las hembras tienen capacidad de presentar celo *postpartum*, siempre asociado con una ovulación. El periodo de gestación promedio es de 67 días (Goy, Hoar y Young, 1957), con variaciones que van desde 58 – 72 días (Cerna *et al.*, 1995).

Otros indicadores importantes como el tamaño de camada es uno de los índices que mejor definen la productividad global en una explotación pecuaria, determinando el límite máximo de las crías nacidas o destetados por hembra reproductor y ciclo. El número total de crías nacidos por camada se compone de la sumatoria de las crías nacidos vivos, nacidos muertos y momificados. (Palomo Yagüe, 2004). El tamaño de camada es una característica reproductiva cuantitativa y supone que el resultado es de una distribución continua subyacente de los efectos. Su heredabilidad es baja en varias especies ($h^2=0.005 - 0.15\%$). El tamaño de camada y el peso corporal son de gran importancia económica en el ganadería (Eisen, 1978). Muchos factores influyen en el tamaño de la camada. Estos incluyen la genética, el manejo, la duración de la lactancia, la enfermedad, el estrés y la fertilidad del macho (Lawlor y Lynch, 2007). La selección de hembras prolíficas y apareadas con machos de una línea de carácter prolífica aumentará gradualmente el tamaño de la camada con el tiempo debido a que el tamaño de la camada y sus características (tasa de ovulación, supervivencia embrionaria y capacidad uterina) responden a la selección (Johnson *et al.*, 1999).

Podríamos decir que el ciclo productivo del cuy comienza desde el momento de su nacimiento y por ello es indispensable tener en cuenta todas las recomendaciones sobre manejo de crías. Luego viene una etapa de lactancia que oscila generalmente desde el día 10 dependiendo de las instalaciones y el manejo que se tenga en el galpón (Muller *et al.*, 1990). Las tasas de crecimiento se determinan por la ingesta disponible de nutrientes y las necesidades de nutrientes para diversas funciones metabólicas (Nyachoti *et al.*, 2004). La tasa de crecimiento a la exposición de estrés al calor (25 – 31°C) en animales de granja se reduce en 15%, además hay disminución en los pesos de corazón, hígado, riñones y el tracto digestivo vacío (Rinaldo y Dividich, 1991). La mortalidad en los animales jóvenes es una causa importante de baja productividad en muchos sistemas de producción pecuaria. La mortalidad neonatal representa una pérdida significativa de ingresos a los productores, y afecta el bienestar de los animales (Dwyer *et al.*, 2016), en el sector pecuario es un problema complejo, que puede resultar de una variedad de factores climáticos, nutricionales, de manejo, infecciosos, genéticos y otros (Sharif *et al.*, 2005). Los animales son más vulnerables en el día en que nacen, y hasta el 50% de la mortalidad hasta la etapa de destete (Dwyer *et al.*, 2016). Las causas de la mortalidad en la ganadería se han investigado extensamente. El consenso general es que la mortalidad de las crías ocurre debido a: (1) trauma del nacimiento después de un parto difícil o prolongado que da lugar a la hipoxia y generalmente a la muerte fetal; (2) el desarrollo de un mal vínculo entre la madre y la cría que causa inanición e hipotermia en el neonato que por lo general resulta en la muerte el día del nacimiento; (3) enfermedades infecciosas; y 4) una serie de otras causas relativamente menores de mortalidad, incluyendo malformaciones congénitas, depredación y accidente. La prevalencia relativa de estas causas de mortalidad variará en diferentes sistemas de manejo, por ejemplo, las enfermedades infecciosas pueden ser más altas en los sistemas alojados (Dwyer *et al.*, 2016).

Las bajas tasas de crecimiento en la ganadería son una causa importante de baja productividad. La ganancia de peso se determinan por la ingesta disponible de nutrientes y las necesidades de nutrientes para diversas funciones metabólicas (Nyachoti *et al.*, 2004). tasa de crecimiento a la exposición de estrés



al calor (25 – 31°C) en animales de granja se reduce en 15%, además hay disminución en los pesos de corazón, hígado, riñones y el tracto digestivo vacío (Rinaldo y Dividich, 1991). La eficiencia alimenticia constituye la eficiencia acumulativa de nutrientes de la dieta para el mantenimiento, ganancia muscular y la acumulación de lípidos, está estrechamente relacionado con el metabolismo de energía. En las granjas, la eficacia alimenticia representa una posición competitiva frente a otras fuentes de proteína (Patience, 2012). La eficiencia de una granja se debe también a muchos factores como consumo voluntario de alimento, el que está relacionado con condiciones ambientales (condiciones térmicas y sociales), estado del animal (edad y estado fisiológico) y alimentos y condiciones de alimentación (volumen de alimento y forma de alimentación) (Nyachoti *et al.*, 2004). El inicio y el cese del consumo de alimento es el resultado del consumo voluntario de alimento, que está bajo el control de hormonal y neuronal, específicamente del centro de saciedad y de hambre del hipotálamo (Nyachoti *et al.*, 2004). La ingesta de alimento tiene las características de ser directamente proporcional del consumo de alimento con rasgos de la producción (Hoque y Suzuki, 2009). Diversos factores influyen en el consumo de alimento en animales de granja. Los factores incluyen el ambiente térmico donde la temperatura, la humedad, la radiación y la circulación del aire tienen influencia. Los factores sociales, incluyendo la densidad de población, el tamaño del grupo y los protocolos de reagrupación juegan un papel. Los factores animales incluyen la necesidad de nutrientes, estado de salud, edad, estado fisiológico y genética. Factores dietéticos tales como voluminosidad, densidad de nutrientes, aditivos, contaminantes, procesamiento y tipo de ingrediente, formulación y presentación de alimentos y disponibilidad de agua potable de buena calidad son variables conocidas (Nyachoti *et al.*, 2004).

La temperatura ambiental es uno de los componentes predominantes del entorno climático (Le Dividich y Herpin, 1994). La temperatura ambiental representa uno de los principales factores limitantes de la eficiencia de la producción. Los eventos de estrés térmico pueden causar un rendimiento, morbilidad y mortalidad reducidos, lo que resulta en pérdidas económicas significativas y preocupaciones de bienestar animal (Fournel *et al.*, 2017). La producción de la ganadería intensiva requiere un sistema de control ambiental apropiado para maximizar el bienestar y la productividad de los animales. La modificación ambiental se realiza generalmente mediante ventilación (natural o mecánica), calentadores suplementarios para condiciones de frío y equipos de enfriamiento para condiciones calientes. Estas unidades están ideadas para el manejo de variables ambientales primarias tales como temperatura, humedad, velocidad del aire y contaminantes aéreos. Sin embargo, las condiciones ambientales deseadas varían con el clima local, el diseño de la instalación, la población animal y la fase de producción. Para controlar eficazmente las condiciones ambientales dentro de la instalación, las tasas de ventilación y las necesidades de calentamiento o enfriamiento se determinan en función de las cargas de calor y humedad (Fournel *et al.*, 2017). Los efectos del estrés por frío en consumo voluntario de alimento en animales de granja se han estudiado en menor medida en comparación con los de estrés por calor. Se ha demostrado también, que el estrés por frío afecta drásticamente la salud y el bienestar de los animales en las regiones frías (Zhang *et al.*, 2011). El estrés por frío se produce cuando la temperatura circundante disminuye por debajo de 18 °C.

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) se enfrentan a serios desafíos con el fin de ser competitivos, y que necesitan para desarrollar estrategias que les permitan controlar sus indicadores productivos (Ríos *et al.*, 2014). Los indicadores productivos y reproductivos se desconocen en las granjas comerciales a nivel de sierra y costa.





MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en granjas comerciales del distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua, a una altitud de 1410 m.s.n.m. y en granjas de la provincia de San Román, departamento de Puno ubicado a alturas mayores a 3824 msnm en el año 2015 y 2016 en granjas comerciales, con cuyes de la línea Perú, cuya procedencia son del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de las distintas estaciones experimentales a nivel nacional.

La alimentación de cuyes en tubo variaciones debido a las épocas de año (época seca y lluviosa), en la época seca se utiliza una combinación de heno de alfalfa, heno de avena y alimento balanceado, mientras que en época de lluvias se utiliza alfalfa verde y alimento balanceado en proporción de 60% y 40% respectivamente en condiciones de materia seca (MS). La alimentación en costa es uniforme durante el año el mismo que está constituido de alfalfa verde y alimento balanceado en proporciones de 60% y 40% respectivamente, considerados en MS. Mientras que los lactantes tienen una alimentación *ad libitum* debido a que se les ofrece alimento balanceado de forma constante dentro de las cercas gazaperas. El suministro de agua en las pozas es de forma constante durante las 24 horas, a través de chupones automáticos. Para determinar los pesos al nacimiento, destete y tiempo de crianza para la comercialización se determinó a través de las medidas de tendencia central. Para la comercialización de cuyes parrilleros se consideran cuando alcanzan y/o superan los 800 g, (Higaonna *et al.*, 2008). En granjas comerciales es de vital importancia que los cuyes alcancen en el menor tiempo posible el peso de comercialización. La metodología aplicada para la obtención de datos fue determinada de la siguiente manera:

Indicadores productivos: a) Peso al nacimiento; se considera el peso de las crías nacidas vivas que se obtiene dentro de las dos primeras horas de nacido. b) Peso al destete; las crías son pesadas al momento del destete, donde a través de las medidas de tendencia central, se obtendrá el promedio de peso y edad al destete. c) Tiempo de crianza para comercialización; los animales se consideran parrilleros cuando alcanzan y/o superan los 800 g, que es el peso comercial. Según la definición de (Higaonna *et al.*, 2008) existe para la comercialización dos tipos de cuyes destinados para el consumo, los “parrilleros”, que son cuyes de 3 meses de edad, y los de “saca” que corresponden a cuyes hembras después del periodo reproductivo. En granjas comerciales es de vital importancia que los cuyes alcancen en el menor tiempo posible el peso de comercialización. d) Mortalidad; se toma en cuenta todos los cuyes muertos desde el nacimiento hasta alcanzar el peso de comercialización como parrillero, para ello se obtiene el valor porcentual, dividiendo el número de cuyes muertos entre el total de crías nacidas multiplicado por cien. e) Ganancia diaria de peso; los animales fueron pesados individualmente en horas de la mañana antes de proporcionar los alimentos. Los pesos se registraron al momento de realizar la selección de cuyes cuando alcanzaron los pesos de comercialización (parrillero), la ganancia diaria de peso se obtuvo de la diferencia del peso de parrillero menos el peso al nacimiento (día 0) dividido entre los días contados a partir del día de nacimiento al día de que los semovientes alcanzan el peso de parrillero.

Índices reproductivos, Fertilidad; se ha procedido a dividir el número de madres gestantes por el total de vientres y multiplicado por cien. Número de partos por año; es el número de partos que ocurre durante un año, para ello se considera a partir de la fecha del primer empadre a la fecha del último parto de vida reproductiva. Tamaño de camada; es considerado el total de crías nacidas (vivos y muertos) para ello se procede a dividir el número de crías nacidas por el total de partos multiplicado por cien.

Para la descripción de la variable respuesta se utilizó las medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variabilidad). Se utilizó el programa estadístico SAS para



el análisis de los datos, el que ha conducido bajo un diseño completamente al azar siendo el modelo aditivo lineal. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de significancia de Dúncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de peso al nacimiento de cuyes de la línea Perú en Sierra fue 148.17 ± 19.56 g y 159.25 ± 20.25 g en Costa ($P < 0.05$). Los que tuvieron mayor peso al nacimiento fueron los registrados en granjas de la costa, que C2 obtuvo 160.77 ± 21.39 g, y 158.20 ± 18.96 g en C1. Los pesos más bajos se han reportado en la sierra 149.07 ± 18.95 y 147.27 ± 20.17 g en las granjas S1 y S2 los pesos individuales al nacimiento no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) dentro de la zona ecológica, pero si entre regiones, siendo con mayor peso los cuyes criados en las granjas de la costa. El crecimiento prenatal es muy complejo y un proceso altamente integrado (Rehfeldt *et al.*, 2004). El peso al nacimiento tiene una correlación negativa con el tamaño de camada (Smith *et al.*, 2007). El número de parto de la madre fue una fuente de variación importante para el peso al nacimiento (Smith *et al.*, 2007) (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores productivos en cuyes de la línea Perú en granjas comerciales en sierra (S1 y S2) y costa (C1 y C2): 2015-2016

Granja	Peso al nacimiento (g)	Peso al destete (g)	Tiempo para comercialización (días)	Ganancia de peso diario (g)	Productividad (unidad)
Granja S1	$147.27^a \pm 20.17$	$265.04^a \pm 21.42$	$79.61^c \pm 6.17$	$8.41^a \pm 0.70$	$10.04^a \pm 0.16$
Granja S2	$149.07^a \pm 18.95$	$265.57^a \pm 17.83$	$80.17^c \pm 5.00$	$8.32^a \pm 0.59$	$10.57^b \pm 0.14$
Granja C1	$158.20^b \pm 18.96$	$277.05^b \pm 25.23$	$67.07^b \pm 7.84$	$9.90^b \pm 1.17$	$10.60^b \pm 0.41$
Granja C2	$160.77^b \pm 21.39$	$283.36^c \pm 26.33$	$64.89^a \pm 7.25$	$10.21^c \pm 1.06$	$10.68^b \pm 0.28$

El peso al destete en sierra fue 265.30 ± 19.62 g y 280.20 ± 25.78 g en costa ($P < 0.05$). Los que tuvieron mayor peso al destete fueron las granjas de la costa C2 con 283.36 ± 26.33 g, y 277.05 ± 25.23 g en C1 cuando el destete se realiza cada 13 días. Los pesos más bajos se han reportado en la sierra 265.04 ± 21.42 g y 265.57 ± 17.83 g en las granjas S1 y S2 respectivamente, siendo esta actividad cada 15 días. Los pesos individuales al destete no presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en granjas de la sierra, pero la granja fue una importante fuente de variación en la costa ($P > 0.05$). (Burgos *et al.*, 2010) reporto, diferencias de peso al destete con relación al tamaño de camada. El peso al destete a 15 días (P15), en cuyes con TC-3 alcanzo $313,66 \pm 10,16$ g sin embargo con TC-6 los pesos al destete fueron $188,72 \pm 36,45$ g. El peso al nacimiento tiene una influencia importante de variación en el análisis del peso al destete. Cuando mayor es el peso al nacimiento, mayor es la ganancia diaria promedio durante los períodos cría y recria (Smith *et al.*, 2007) y (Quiniou *et al.*, 2002). En mamíferos el consumo de calostro por las crías neonatales es esencial, ya que el calostro es el único suministro externo de energía para la termorregulación y el crecimiento corporal (Herpin *et al.*, 2005). Además, el calostro proporciona protección inmunológica a los recién nacidos y (Rooke y Bland, 2002) factores de crecimiento que promueven el crecimiento y la función intestinal (Thymann *et al.*, 2006).

Se ha logrado alcanzar el peso de comercialización a los 79.89 ± 5.59 días para la sierra y 65.98 ± 7.54 días en costa. Cabe destacar que las granjas de la costa C2 tienen una media de 64.84 ± 25 días y C1 67.07 ± 6.17 días para alcanzar el peso de parrillero ($P < 0.05$) a nivel de costa. Mientras que en las granjas de la sierra S1 y S2 los cuyes alcanzan el peso de parrillero a los 79.61 ± 6.17 y 80.17 ± 5.00 días

la diferencia estadística ($P > 0.05$) no se da dentro de la zona ecológica, pero sí entre granjas de regiones, siendo las granjas de cuyes de la sierra, que más tiempo requieren para alcanzar dicho peso. El proceso de producción de animales de granja es muy específico caracterizado por principios de producción intensiva, rápido aumento en peso y consumo reducido de alimento por kg de carne. Con el fin de aumentar la rentabilidad de esta producción, la intención de los agricultores es reducir la duración de la producción (Mitrovic, 2010). La selección genética en la mayoría de casos se realiza con el objetivo de aumentar el rendimiento de los sistemas de producción en la progenie, creciendo así el potencial genético del ganado para las tasas reproductivas, pesos, tasas de crecimiento y rendimiento del producto final. Sin embargo, los costos de alimentación representan una gran proporción del costo variable de la producción de carne y los programas de mejora genética para reducir los costos de los insumos deben incluir rasgos relacionados con la utilización de los alimentos (Crews, 2005). Los animales con bajo peso al nacer continúan siendo livianos en las siguientes etapas de producción, esto hace que el tiempo de crianza sea mayor (Smith *et al.*, 2007). Los animales livianos representan un riesgo para la salud de las pozas de producción debido a que son susceptibles a la competencia por alimento y lesiones por agresión por sus contemporáneos en todo el sistema de producción.

Se ha tenido mortalidad de cuyes en la sierra de $10.19 \pm 1.33\%$ y $7.62 \pm 1.29\%$ en costa. La tasa de mortalidad más baja se obtuvo en la granja C2 de la costa, alcanzando el 6.80% anual, seguido de la Granja C1 con 8.43% de cuyes muertos ($P < 0.05$). La mayor tasa de mortalidad se da en las granjas de la sierra, alcanzando 9.77 y 10.62% en las granjas S1 y S2 respectivamente. Resultados similares a las granjas de la costa se ha obtenido por (Chauca, 1993), quienes con uso de cercas gazaperas obtuvo 7.14% de mortalidad y 22.94% sin cerca. La mayor mortalidad se debe al aplastamiento de las crías por parte de los adultos (Chauca *et al.*, 1984). Sin embargo los resultados de la sierra son superiores a pesar del uso de gazaperas, esto se debe probablemente a la exposición de los animales a temperaturas por debajo de la temperatura crítica más baja (Bauer *et al.*, 2008). La mortalidad en época de frío (junio, julio y agosto) fue la más alta que en épocas de lluvia. El factor manejo también es uno de los elementos importantes para disminuir la mortalidad (Bekele *et al.*, 1992). El estudio de la mortalidad es muy complejo ya que influyen factores ligados a la hembra reproductor, tamaño de camada, peso de nacimiento, N° de animales en la poza, instalaciones y al manejo. La mortalidad de crías en cuyes aborda cuestiones biológicas pertinentes y ofrece soluciones prácticas a algunas de las cuestiones (por ejemplo, mejorar la nutrición de los reproductores y garantizar una ingesta adecuada de calostro en crías).

De la evaluación para ganancia de peso diario cuyes, el promedio de ganancia de peso en sierra y costa fue de 8.36 ± 0.65 y 10.06 ± 1.12 g por día. Se aprecia que los cuyes que obtuvieron mayor ganancia de peso por día, fueron los pertenecientes a la granja C2 con 10.21 ± 1.06 g, seguido de granja C1 con 9.90 ± 1.17 g ambos pertenecientes a la costa. Sin embargo, se obtuvieron 8.41 ± 0.70 g y 8.32 ± 0.59 g para las granjas S1 y S2 de la sierra respectivamente ($P < 0.05$). La crianza de cuyes a temperaturas $14.4 \pm 4.8^\circ\text{C}$ (sierra) dentro de la granja, en comparación con las granjas de la costa $20.2 \pm 2.5^\circ\text{C}$ se ha determinado que los cuyes expuestos a temperaturas bajas tienen menor ganancia de peso, por la alta demanda de energía y las elevadas tasas de metabolismo (Fuller y Boyne, 1972). Como el ATP y el ADP son sustratos clave en las reacciones metabólicas y de conservación de la energía, el incremento de sus concentraciones se da cuando la temperatura disminuye (Amato y Christner, 2009). Novoa, (1998), publica que gazapos sometidos a diferentes temperaturas encontraron diferencias para la ganancia de peso diario de 8.88 y 10.3 g para cuyes criados a 13 y 18°C respectivamente. Esta información es similar a los resultados obtenidos en este trabajo ya que los cuyes en sierra han estado expuestos a 14°C y tuvieron menor ganancia de peso en referencia con los de costa (22.2°C). La temperatura ambiental influye en los requisitos de energía y el rendimiento de crecimiento de los

animales, el requisito de mantenimiento de la energía aumenta a medida que la temperatura disminuye por debajo de la temperatura crítica más baja (Bauer *et al.*, 2008).

Para la productividad, incluye solo aquellos animales que sobrevivieron hasta el momento de alcanzar el peso de comercialización por cada hembra cuy reproductora en un año. Los resultados obtenidos en promedio fue 10.30 ± 0.31 y 10.64 ± 0.34 cuyes parrilleros/ hembra reproductora/ año en sierra y costa respectivamente. Algunos autores manifiestan que el número de animales destetados por cada reproductora hembra por año, se usa comúnmente como medida de evaluación comparativa para comparar la productividad, ya sea entre granjas dentro de una región, en un país o entre países. (Koketsu *et al.*, 2017). Cabe destacar que por el rápido crecimiento de los cuyes y su sistema de manejo es importante considerar que en esta especie se evalúe la productividad de los animales que llegan a término a la etapa de comercialización como parrilleros. Otros autores consideran que el número de crías destetadas por reproductora hembra por año, es una buena medida para la productividad de la ganadería en el corto plazo (Koketsu *et al.*, 2017). Los grupos de alto riesgo para disminuir el rendimiento reproductivo son: baja cantidad de número de partos por año, disminución del consumo alimento en la etapa de lactancia, intervalo prolongado de destete, bajo peso al nacer o bajo tasa de crecimiento, un número elevado de crías nacidos muertos, prácticas de cría deficientes (Koketsu *et al.*, 2017).

Índices reproductivos.

El porcentaje de fertilidad obtenido para cuyes de la línea Perú en las granjas comerciales de la sierra fue de 96.2% en la granja S1, con población total de 680 cuyes reproductores hembras y 98.1% en la granja S2 con 390 cuyes reproductores hembras. Sin embargo, resultados menores se obtuvo en las granjas de la costa, obteniendo 96.4% y 95.8% de fertilidad en las granjas C1 con 980 cuyes reproductores hembras y C2 con 1120 respectivamente. Sin embargo en estudios experimentales reportaron resultados de fertilidad que alcanzan el 100% (Charca, 1996), debido a que el número de animales en estudio es bajo. Mientras que Zaldivar *et al.*, (1986) obtuvo 24% de fertilidad de las pariciones al primer parto debido a que las hembras fueron precozmente empadradas (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores reproductivos en cuyes de la línea Perú en granjas comerciales en sierra (S1 y S2) y costa (C1 y C2): 2015-2016

Granja	Partos por año (unidad)	Tamaño de camada (unidad)
Granja S1	$4.14^b \pm 0.21$	2.80 ± 1.12
Granja S2	$4.21^c \pm 0.17$	2.86 ± 0.95
Granja C1	$4.29^a \pm 0.22$	3.02 ± 1.09
Granja C2	$4.28^a \pm 0.21$	2.98 ± 1.13

El número de partos por hembra cuy reproductora en un año fue en promedio 4.18 ± 0.19 en sierra y 4.29 ± 0.22 en costa ($P < 0.05$).

El número de partos es uno de los indicadores de mayor importancia económica en una especie pecuaria, ya que influye directamente en la productividad y en su mejoramiento por la intensidad de selección aplicada. En general, se deberían reemplazar en forma más rápida a los reproductores con un mérito medio y conservar un mayor tiempo a los sobresalientes.



Se ha determinado el promedio del tamaño de camada fue de 2.91, con fluctuaciones de 1 – 6 crías por parto. El tamaño de camada fue mayor en las granjas de la costa (3.00 crías) a comparación con la sierra (2.83 crías) ($P < 0.05$). Dentro de las granjas de la sierra quien mayor tamaño de camada obtuvo fue la granja S2 (2.86 crías) seguido de granja S1 (2.81 crías) el que alberga menor población de hembras reproductoras (390) en la granja. Sin embargo, en la costa se observa quien tiene mayor promedio es la granja C1 (3.02 crías/parto) a comparación a la granja C2 (2.98 crías/ parto). Las diferencias de tamaño de camada se deben al valor genético que cuenta cada granja, puesto que se realiza un control minucioso al momento de seleccionar los reproductores. Sin embargo es importante señalar la calidad y el bienestar de las crías nacidas vivas, pueden verse comprometidos cuando la prolificidad de la madre aumenta genéticamente a un nivel elevado, a menos que las mejoras genéticas se dirijan a aumentar la capacidad uterina, el número de pezones y la producción de leche (Koketsu *et al.*, 2017).

En comparaciones a valores del tamaño de camada en cuyes de la línea Perú nos muestra que es superior a los estudios realizados por (Chauca *et al.*, 1992), quien obtiene 2.74, 2.80 con alimentación ad libitum y 2.66 crías por parto con alimentación restringida, similar a ello reporta Chauca *et al.*, (1992) quien obtiene 2.73 crías /parto para los que fueron alimentados con forraje verde más una ración seca con 14% de PT y 2.78 para los que recibieron la misma alimentación más suministro de agua ad libitum, estas variaciones son atribuibles a factores como la época de año, edad y peso al primer servicio y número de parto. Cabe señalar que el aumento en el número de crías nacidos vivos, hasta 5 – 6 crías por parto en caso de cuyes, significa que el peso al nacer de las crías está disminuyendo y también que algunos animales no pueden recibir suficiente calostro de la madre. Esto es un problema porque la menor ingesta de calostro y el menor peso al nacer se han asociado con una mayor mortalidad antes del destete y un bajo rendimiento en el crecimiento (Declerck *et al.*, 2016) (Tabla 2).

En la frecuencia de tamaño de camada, se obtuvo que el 10.6 y 6.9% fue de camada de 1, el 26.6 y 28.2 de mellizos, el 37.2 y 34.6 de trillizos, el 20.2 y 19.7% de cuatrillizos, el 5.3 y 9.6% de quintillizos y el 0.0 y 1.1% de sextillizos en sierra y costa respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de tamaño de camada en cuyes de la línea Perú en granjas comerciales de sierra (S1 y S2) y costa (C1 y C2): 2015-2016

Grupo	Frecuencia de camada (%)					
	Único	Mellizos	Trillizos	Cuatrillizos	Quintillizos	Sextillizos
Granja S1	12.8	28.7	31.9	19.1	7.4	0.0
Granja S2	8.5	24.5	42.6	21.3	3.2	0.0
Granja C1	5.3	29.8	34.0	20.2	9.6	1.1
Granja C2	8.5	26.6	35.1	19.1	9.6	1.1

Estas diferencias son significativas ($P < 0.05$). La frecuencia de mayor distribución es de trillizos y mellizos seguido de cuatrillizos, únicos, quintillizos y sextillizos. En estudios realizados por Francia *et al.*, (1985) cuando realizó estudios en diferentes líneas de cuyes obtuvo resultados diferentes en frecuencia de cuyes únicos (19.8%) y dobles (54%) que son superiores a nuestros resultados, sin embargo son inferiores en frecuencia de crías triples (20.3%) y en cuádruples (5.8%).



CONCLUSIONES

Los índices reproductivos como la fertilidad son similares en las granjas comerciales de sierra y costa 97.15 y 96.10% respectivamente. Sin embargo, los pesos al nacimiento, destete y la ganancia de peso diario son mayores en cuyes de las granjas de la costa, además el tiempo que alcanzan el peso de comercialización son menores en costa 66 ± 7 días con ganancia de peso de 10.06 ± 1.12 g/día, sin embargo, en la sierra se dio a los 80 ± 6 días con ganancias de peso de 8.36 ± 0.65 g/día para sierra ($P < 0.05$). Esta variación se atribuye a que la temperatura ambiental influye en la ganancia de peso debido a la alta demanda de energía es mayor cuando los animales son expuestos a temperaturas bajas. Para el caso de tamaño de camada y frecuencia de tamaño de camada existe amplia variabilidad, donde la selección de reproductores es de vital importancia para lograr generaciones con mérito medio a alto.

LITERATURA CITADA

- Alexander, D., Bonaci, G. y Mustata, V. (2012). 'Fair Value Measurement in Financial Reporting', *Procedia Economics and Finance*, 3, pp. 84-90.
- Amato, P. y Christner, C. (2009). Energy metabolism response to low-temperature and frozen conditions in *Psychrobacter cryohalolentis*', *Applied and environmental microbiology*, 75(3), pp. 711-718.
- Babović, J., Carić, M., Djordjević, D. y Lazić, S. (2011) 'Factors influencing the economics of the pork meat production', *Agric. Econ.-Czech*, 57, pp. 4.
- Barth, M. E., Beaver, W. H. and Landsman, W. R. (2001). The relevance of the value relevance literature for financial accounting standard setting: another view', *Journal of Accounting and Economics*, 31(1-3), pp. 77-104.
- Bauer, B., Womastek, I., Dittami, J. y Huber, S. (2008) 'The effects of early environmental conditions on the reproductive and somatic development of juvenile guinea pigs (*Cavia aperea f. porcellus*)', *General and comparative endocrinology*, 155(3), pp. 680-685.
- Bautista, D. (1999). Parámetros productivos y reproductivos de tres líneas puras y dos grados de cruzamiento entre líneas de cuyes'. *V Curso Latinoamericano de Cuyicultura y Mesaredonda sobre Cuyicultura Periurbana*, 142.
- Bekele, T., Woldeab, T., Lahlou-Kassi, A. y Sherington, J. (1992). 'Factors affecting morbidity and mortality on-farm and on-station in the Ethiopian highland sheep', *Acta Tropica*, 52(2), pp. 99-109.
- Berry, D. y Crowley, J. (2013). *Cell Biology Symposium: genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle*.
- Berry, P. y Crowley, J. (2013). Cell Biology Symposium: Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle', *Journal of Animal Science*, 91, pp. 1594-1613.
- Burgos-Paz, W., Solarte-Portilla, C. y Cerón-Muñoz, M. (2010). 'Effect of the breed size and the delivery number on the Guinea pig's growth (*Cavia porcellus* Rodentia: caviidae)', *Revista Lasallista de Investigación*, 7(2), pp. 47-55.
- Cerna, C., Deza, E. y Lluén, B. (1995). 'Reproducción de los animales domésticos', *Universidad Nacional de Cajamarca CONCYTEC. Cajamarca*.
- Charca, J. (1996). Tesis: Diseño y funcionamiento de un módulo de hidroponía y su uso en la producción familiar de cuyes. Universidad Nacional del Altiplano – Puno.
- Chauca, L. (1993). 'Experiencias De Perú en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). IV Simposium de especies animales subutilizadas', *Libro de conferencias, UNELLEZ-AVPA, Barinas, Venezuela*.
- Chauca, L., Levano, M., Higaonna, R. y Muscari, J. (1992). 'Utilización de cercas gazaperas en la producción de cuyes', *Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA)(15., Pucallpa, 1992). Resúmenes*.
- Chauca, L., Quijandria, B., Saravia, J. y Muscari, J. (1984). 'Evaluación de la tasa de crecimiento, tamaño de camada y conversión alimenticia de cuatro líneas de cuyes', *Investigaciones en cuyes*.
- Chauca, L., Zaldívar, M. y Muscari, J. (1992). 'Efecto de empadre posparto y posdestete sobre el tamaño y peso de la camada en cuyes', *Turrialba (Costa Rica)(Ene-Mar, 42(1), pp. 32-36*.
- Crews, H. (2005). 'Genetics of efficient feed utilization and national cattle evaluation: A review', *Genetics and molecular research: GMR*, 4(2), pp. 152-165.
- de Zaldívar, F. (2007). 'Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países Andinos', *Arch. Latinoam. Prod. Anim*, 15(1), pp. 223-228.
- Declerck, I., Dewulf, J., Sarrazin, S. y Maes, D. (2016). 'Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance', *Journal of animal science*, 94(4), pp. 1633-1643.
- Dwyer, M., Conington, J., Corbiere, F., Holmøy, H., Muri, K., Nowak, R., Rooke, J., Vipond, J. y Gautier, M. (2016). 'Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice', *animal*, 10(3), pp. 449-459.
- Eisen, J. (1978). 'Single-Trait and Antagonistic Index Selection for Litter Size and Body Weight in Mice', *Genetics*, 88(4), pp. 781-811.
- Fournel, S., Rousseau, N. y Laberge, B. (2017). 'Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming', *Biosystems Engineering*, 155, pp. 96-123.
- Friedrich, T. (2014). 'Producción de alimentos de origen animal. Actualidad y perspectivas', *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), pp. 5-6.
- Fuller, F. y Boyne, W. (1972). 'The effects of environmental temperature on the growth and metabolism of pigs given different amounts of food: 2.* Energy metabolism', *British Journal of Nutrition*, 28(3), pp. 373-384.

- Goy, W., Hoar, M. and Young, C. (1957). 'Length of gestation in the guinea pig with data on the frequency and time of abortion and stillbirth', *The Anatomical Record*, 128(4), pp. 747-757.
- Herpin, P., Louveau, I., Damon, M. y Le Dividich, J. (2005). 'Environmental and hormonal regulation of energy metabolism in early development of the pig', *Biology of growing animals*: Elsevier, pp. 351-374.
- Higaonna, R., Muscari, J., Chauca, L. y Astete, M. (2008). 'Composición química de la carne de cuy (*Cavia porcellus*)'.
Hoque*, M. A. and Suzuki, K. (2009) 'Genetics of Residual Feed Intake in Cattle and Pigs: A Review', *Asian-Australas J Anim Sci*, 22(5), pp. 747-755.
- Horton, H. (2005). 'Fetal origins of developmental plasticity: Animal models of induced life history variation', *American Journal of Human Biology*, 17(1), pp. 34-43.
- Johnson, K., Nielsen, K. y Casey, S. (1999). 'Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size', *Journal of Animal Science*, 77(3), pp. 541-557.
- Koketsu, Y., Tani, S. y Iida, R. (2017). 'Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds', *Porcine Health Management*, 3, pp. 1.
- Lawlor, G. and Lynch, B. (2007). 'A review of factors influencing litter size in Irish sows', *Irish Veterinary Journal*, 60(6), pp. 359-366.
- Le Dividich, J. y Herpin, P. (1994). 'Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review', *Livestock Production Science*, 38(2), pp. 79-90.
- Mitrovic, S. (2010). 'The influence of population density and duration of breeding on broiler chickens productivity and profitability', *African Journal of Biotechnology*, 9(28), pp. 4486-4490.
- Muller, G., Bernuzzi, V., Desor, D., Hutin, F., Burnel, D. y Lehr, R. (1990). 'Developmental alterations in offspring of female rats orally intoxicated by aluminum lactate at different gestation periods', *Teratology*, 42(3), pp. 253-261.
- Novoa, C. (1998). 'Evaluación Reproductiva de Cuyes', *Reproducción animal: métodos de estudio en sistemas*, pp. 243.
- Nyachoti, M., Zijlstra, T., de Lange, M. y Patience, F. (2004). 'Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions', *Canadian Journal of Animal Science*, 84(4), pp. 549-566.
- Palomo Yagüe, A. (2004). 'Tamaño de camada', *Avances en tecnología porcina*, 1(1), pp. 23-24.
- Patience, F. (2012). 'The influence of dietary energy on feed efficiency in grow-finish swine', in Patience, J.F. (ed.) *Feed efficiency in swine*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, pp. 101-129.
- Patience, F., Rossoni-Serão, M. C. y Gutiérrez, A. (2015). 'A review of feed efficiency in swine: biology and application', *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), pp. 33.
- Plaizier, B., King, J., Dekkers, M. y Lissemore, K. (1997). 'Estimation of economic values of indices for reproductive performance in dairy herds using computer simulation', *Journal of Dairy Science*, pp. 80:2775-2783.
- Quiniou, N., Dagorn, J. y Gaudré, D. (2002). 'Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance', *Livestock Production Science*, 78(1), pp. 63-70.
- Rehfeldt, C., Nissen, M., Kuhn, G., Vestergaard, M., Ender, K. y Oksbjerg, N. (2004). 'Effects of maternal nutrition and porcine growth hormone (pGH) treatment during gestation on endocrine and metabolic factors in sows, fetuses and pigs, skeletal muscle development, and postnatal growth', *Domestic animal endocrinology*, 27(3), pp. 267-285.
- Rinaldo, D. y Le Dividich, J. (1991). 'Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs', *Livestock Production Science*, 29(1), pp. 61-75.
- Rooke, A. y Bland, M. (2002). 'The acquisition of passive immunity in the new-born piglet', *Livestock Science*, 78(1), pp. 13-23.
- Ríos-Manríquez, M., Muñoz Colomina, I. y Rodríguez-Vilariño Pastor, L. (2014). 'Is the activity based costing system a viable instrument for small and medium enterprises? The case of Mexico', *Estudios Gerenciales*, 30(132), pp. 220-232.
- Sharif, L., Obeidat, J. y Al-Ani, F. (2005). 'Risk factors for lamb and kid mortality in sheep and goat farms in Jordan', *Bulgarian journal of veterinary medicine*, 8(2), pp. 99-108.
- Smith, L., Stalder, J., Serenius, V., Baas, J. y Mabry, W. (2007). 'Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning', *Journal of Swine Health and Production*, 15(4), pp. 213-218.
- Teo, R., Punter, J., Abrams, K., Mayne, C. y Tincello, D. (2007). 'Clinically overt postpartum urinary retention after vaginal delivery: a retrospective case-control study', *International Urogynecology Journal*, 18(5), pp. 521-524.
- Thymann, T., Burrin, G., Tappenden, A., Bjornvad, R., Jensen, K. y Sangild, T. (2006). 'Formula-feeding reduces lactose digestive capacity in neonatal pigs', *British Journal of nutrition*, 95(6), pp. 1075-1081.
- Viñas, S. (2012). 'Los retos de la agricultura para alimentar al mundo en 2050', *Tiempo de paz*, 106, pp. 37-48.
- Zhang, W., Lv, H., Li, L., Li, S., Xu, W. y Wang, L. (2011). 'Effects of cold stress on nitric oxide in duodenum of chicks', *Poultry Science*, 90(7), pp. 1555-1561.