

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES DEL GALPÓN DE  
CUYES (*Cavia porcellus*) EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**

**Presentada por:**

**Br. LIDA HUILLCACURI TORRES**

**Para optar al Título Profesional de INGENIERO  
ZOOTECNISTA.**

**ASESORES:**

**Ing. M.Sc. Abraham Filiberto Machaca Mamani**

**Dra. Eva Hilda Guerra Galdo**

**Patrocinado por:**

**CONVENIO CONCYTEC-FONDECYT- UNSAAC**

**CUSCO – PERU**

**2023**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

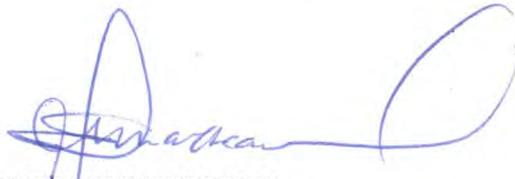
El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulado **EVALUACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES DEL GALPÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA** presentado por: **LIDA HUILLCACURI TORRES** con Nro. de DNI: 76568023, para optar el título profesional de INGENIERO ZOOTECNISTA Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 24 de setiembre de 2023



.....  
Firma

Ing. Abraham Filiberto Machaca Mamani

Nro. de DNI 23838317

CODIGO ORCID : 0000-0001-5593-743X

**Segundo Asesor: DNI 41782310 CODIGO ORCID 0000-0002-3687-870X**

**Se adjunta:**

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACION DE FACTORES AMBIENTALES DEL GALPON DE CUYES (Cavia porcellus L) EN EL CENTRO AGRONOMICO**

AUTOR

**LIDA HUILLCACURI TORRES**

RECUENTO DE PALABRAS

**14696 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**76361 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**67 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 24, 2023 10:25 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 24, 2023 10:27 PM GMT-5****● 10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## **DEDICATORIA**

A mi querida familia, por su constante apoyo en todo ámbito para hacer realidad este anhelado sueño.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco facultad de Ciencias Agrarias, escuela profesional de Zootecnia.

A mis asesores Ing. M.Sc. Abraham Machaca Mamani y Dra. Eva Hilda Guerra Galdo por su gran apoyo.

# ÍNDICE

CARATULA .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ANEXOS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO .....	2
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO .....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	4
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	6
2.1. OBJETIVOS.....	6
2.1.1. OBJETIVO GENERAL .....	6
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
III. MARCO TEÓRICO .....	8
3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
3.2. BASES TEÓRICAS .....	9
3.2.1. ORIGEN DEL CUY .....	9
3.2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	10
3.2.3. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL.....	10
3.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CUY .....	10
3.2.5. SISTEMAS DE CRIANZA DE CUYES .....	12

3.2.6. CONFORT TÉRMICO EN MÓDULOS DE CUYES .....	14
3.2.7. CONDICIONES AMBIENTALES .....	14
3.2.8. BIENESTAR ANIMAL .....	20
IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
4.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	23
4.1.1. UBICACIÓN.....	23
4.1.2. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA.....	23
4.1.3. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS .....	23
4.2. DURACIÓN DE ESTUDIO .....	24
4.3. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	24
4.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	25
4.5. MÉTODOS PARA LA COLECTA DE INFORMACIÓN .....	25
4.5.1. MEDICIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SANITARIAS.....	25
4.5.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES .....	25
4.6. VARIABLES DEL ESTUDIO .....	26
4.6.2. VARIABLE RESPUESTA.....	26
4.7. MÉTODOS PARA ANÁLISIS DE DATOS.....	27
V. RESULTADOS .....	28
5.1. CONDICIONES FÍSICAS Y SANITARIAS EN EL GALPÓN DE CRIANZA DE CUYES, DEL CENTRO AGRONÓMICO DE KAYRA .....	28
5.1.1. CONDICIONES FÍSICAS.....	28
5.1.2. CONDICIONES SANITARIAS .....	29
5.2. CONDICIONES AMBIENTALES DEL GALPÓN DE CRIANZA DE CUYES A NIVEL DE POZAS .....	30
5.2.1. EVALUACIÓN DE TEMPERATURA (°C).....	30
5.2.2. EVALUACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA (HR).....	31
5.2.3. EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH) .....	33
5.2.4. EVALUACIÓN DE VENTILACIÓN .....	34
5.3. EMISIÓN DE GASES DE AMONIACO, METANO Y DIÓXIDO DE CARBONO AL INTERIOR DEL GALPÓN.....	35
5.4. PROPUESTA DE MEJORAS EN LAS CONDICIONES MEDIO AMBIENTALES	

DE LOS GALPONES DE CUYES .....	36
5.4.1. MEJORAMIENTO DEL PISO .....	36
5.4.2. CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y VENTILACIÓN ....	36
5.4.3. CONTROL DE VENTILACIÓN .....	37
5.4.4. CONTROL DE EMISIÓN DE GASES .....	37
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38
6.1. TEMPERATURA.....	38
6.2. HUMEDAD.....	39
6.3. ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH) Y CONFORT TÉRMICO.....	39
6.4. CONCENTRACIÓN DE GASES.....	40
VII. CONCLUSIONES .....	42
VIII. RECOMENDACIONES .....	43
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	44
X. ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de proteínas, grasas y energía en varias especies .....	11
Tabla 2. Contenido de proteínas, grasas y energía en varias especies .....	13
Tabla 3. Climas aparentes para la crianza de cuyes .....	15
Tabla 4. Efecto de la concentración de amoníaco sobre los animales de cría .....	19
Tabla 5. Criterios para la evaluación de bienestar animal (FAWC) .....	21
Tabla 6. Valores de referencia de ITH .....	27
Tabla 7. Valores de temperatura promedio (°C) y desviación estándar en las ventanas .....	30
Tabla 8. Valores de temperatura medidos en las claraboyas .....	30
Tabla 9. Temperaturas de las pozas registradas en forma de “X” .....	31
Tabla 10. Temperaturas en las pozas registradas con metodología en fila .....	32
Tabla 11. Humedad relativa (%) en pozas registradas en forma de “X” .....	32
Tabla 12. Humedad relativa (%) en pozas registradas en fila .....	33
Tabla 13. Índice de Temperatura-Humedad medidas las pozas .....	33
Tabla 14. Velocidad de aire (m/s) en las ventanas .....	34
Tabla 15. Velocidad del viento en las claraboyas .....	35
Tabla 16. Promedio de valores de gases obtenidos durante el muestreo .....	36
Tabla 17. Valores promedios y desviación estándar de gases evaluados en las pozas .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones térmicas del cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ) .....	16
Figura 2. Vista anterior y lateral del galpón .....	29
Figura 3. Distribución de pozas al interior y vista posterior del galpón .....	29
Figura 4. Temperatura corporal de los cuyes .....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1. Temperatura corporal de los cuyes por pozas .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 2. Temperatura corporal de los cuyes por pozas .....</b>	<b>49</b>
<b>Anexo 4. Valores de temperatura medidos en ventana .....</b>	<b>50</b>
<b>Anexo 5. Valores de velocidad del viento medidos en ventana .....</b>	<b>52</b>
<b>Anexo 6. Valores de temperatura medidos en equis. ....</b>	<b>53</b>
<b>Anexo 7. Valores de temperatura medidos en fila.....</b>	<b>54</b>
<b>Anexo 8. Valores de humedad medidos en equis. ....</b>	<b>55</b>
<b>Anexo 9. Valores de humedad medidos en fila. ....</b>	<b>56</b>

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron los factores ambientales del galpón de cuyes (*Cavia porcellus*), en el centro agronómico de K'ayra. Los objetivos fueron, (a) describir las actuales condiciones físicas y sanitarias en el galpón de crianza de cuyes, (b) evaluar las condiciones ambientales del galpón de crianza de cuyes, mediante las mediciones de temperatura, humedad relativa y ventilación a nivel de pozas, (c) evaluar la emisión de gases de dióxido de carbono, metano y amoniaco, (d) proponer mejoras en las condiciones medioambientales de los galpones de cuyes para lograr confort en las instalaciones de crianza. Para la evaluación de la temperatura y humedad relativa a nivel de las pozas, se utilizaron cinco registradores de datos (data logger) Testo 174H, mientras que para la evaluación de la ventilación o velocidad del viento se usó un anemómetro manual, tomándose registros en las ventanas y claraboyas del galpón. La medición de la emisión de gases de amoniaco, metano y dióxido de carbono fueron medidos con ayuda de un equipo manual sensor de calidad del aire Aeroqual S500. Los de las condiciones y físicas del galpón cumple parcialmente con los requerimientos de infraestructura, la altura en la parte posterior está 0.50 m y no se utilizan cortinas para cubrir las ventanas durante la noche. En relación con las características sanitarias, el uso de pozas en el suelo dificulta la limpieza y puede generar más enfermedades. La temperatura mínima estuvo entre los 13°C, la normal entre los 16 -18°C y la máxima por encima de los 23°C, la humedad tuvo una mínima ubicada entre el 30-40%, la normal entre los 55 y 65% y la máxima entre 70- 80% mientras el índice de temperatura y humedad (ITH) el cual se relaciona con el confort térmico tuvo un valor por encima de (72 ITH) en las cinco pozas. La emisión de gases de dióxido de carbono, metano y amoniaco se obtuvo en promedio  $630.878 \pm 188.88$ ,  $5.715 \pm 6.54$  y  $11,379 \pm 3.86$  ppm. De acuerdo con estos resultados lo más recomendable sería tener un sistema de medición automatizado que permita controlar los valores más importantes a través de dispositivos como extractores o ventiladores.

**Palabras clave:** Confort térmico, *cavia porcellus*, factores ambientales, temperatura, humedad, gases.

## ABSTRACT

In the present investigation, the environmental factors of the guinea pig shed (*Cavia porcellus*) were evaluated, in the agronomic center of K'ayra. The objectives were, (a) to describe the current physical and sanitary conditions in the guinea pig breeding shed, (b) to evaluate the environmental conditions of the guinea pig breeding shed, by measuring temperature, relative humidity and ventilation at the level of pools, (c) evaluate the emission of carbon dioxide, methane and ammonia gases, (d) propose improvements in the environmental conditions of the guinea pig sheds to achieve comfort in the breeding facilities. For the evaluation of the temperature and relative humidity at the level of the pools, five Testo 174H data loggers were used, while for the evaluation of the ventilation or wind speed a manual anemometer was used, taking records in the windows and skylights of the shed. The measurement of the emission of ammonia, methane and carbon dioxide gases were measured with the help of an Aeroqual S500 air quality sensor manual equipment. Those of the physical and conditions of the shed partially meet the infrastructure requirements, the height at the back is 0.50 m and curtains are not used to cover the windows at night. In relation to the sanitary characteristics, the use of pools on the ground makes cleaning difficult and can generate more diseases. The minimum temperature was between 13°C, the normal between 16 -18°C and the maximum above 23°C, the humidity had a minimum located between 30-40%, the normal between 55 and 65 % and the maximum between 70-80% while the temperature and humidity index (ITH) which is related to thermal comfort had a value above (ITH 90) in all the pools. The emission of carbon dioxide, methane and ammonia gases was obtained on average  $630,878 \pm 188.88$ ,  $5,715 \pm 6.54$  and  $11,379 \pm 3.86$  ppm. According to these results, the most recommendable thing would be to have an automated measurement system that allows controlling the most important values through devices such as extractors or fans.

**Key words:** Thermal comfort, *cavia porcellus*, environmental factors, temperature, humidity, gases.

## INTRODUCCIÓN

El cuy es un animal de poca exigencia, en cuanto a cuidados; estos han sido criados, en laboratorio, jaulas, pozas, en distintas partes del mundo, bajo condiciones ambientales o controladas (Chauca, 1997). Los cuyes a pesar de considerarse una especie rústica, son susceptibles a enfermedades respiratorias de manera que las instalaciones de cría deben satisfacer las exigencias de la especie, por la que estas, permitan controlar la temperatura, humedad y circulación del aire.

Dichas instalaciones deben proteger a los cuyes del frío y calor excesivo, lluvia y corrientes de aire, tener buena iluminación y buena ventilación; para lograr este propósito es necesario hacer una selección correcta del lugar donde se van a ubicar las instalaciones y los materiales que deben usarse para su construcción (Vivas y Carballo, 2013).

Al seleccionar el lugar correcto debe tenerse en cuenta la cercanía a las vías de acceso, donde no se produzcan inundaciones y que permita futuras ampliaciones. La ubicación de las pozas dentro del galpón debe dejar vías libres para facilitar el manejo, la distribución de alimento y la limpieza.

De manera que tanto el control de las condiciones físicas como las ambientales son necesarios para una buena producción; es por ello que el principal objetivo de este estudio, es evaluar los factores ambientales que influyen en el mejoramiento del confort térmico de las pozas de crianza de cuyes.

# I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

## 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

El problema de estudio de la evaluación de factores ambientales del galpón de cuyes (*Cavia porcellus*) en el Centro Agronómico de K'ayra se refiere a la necesidad de analizar y comprender los diversos elementos del entorno que pueden afectar la crianza y bienestar de los cuyes en dicho galpón. La evaluación de los factores ambientales tiene como objetivo identificar las condiciones óptimas para la cría de cuyes y determinar si existen aspectos que puedan ser mejorados para maximizar la producción y el bienestar animal.

En la actualidad, la crianza de cuyes en la sierra, es una actividad económica que se ha extendido con el tiempo, debido al aumento de su demanda en el consumo humano, por ser un alimento de alto valor biológico y bajo en colesterol, además de representar una fuente de ingreso familiar para esta región (Cabeza, 2019). Esto ha traído como consecuencia la necesidad de realizar cambios en los sistemas de producción ganadera, adaptados a tales condiciones geográficas y socioeconómicas, a fin de obtener en el menor tiempo posible la mayor cantidad de proteína. Dichos cambios han impulsado nuevas investigaciones, entre estas los estudios relacionados con el medio ambiente o entorno que rodea a los animales, el cual influye en su comportamiento productivo y bienestar animal.

En la explotación de cuyes es importante considerar los factores ambientales, ya que el cuy es muy sensible a condiciones de temperaturas extremas que se presentan en las diferentes estaciones del año. El cuy se desarrolla bien en climas templados, pudiendo tolerar y adaptarse más a climas fríos que calientes. Temperaturas muy cálidas afectan a estos animales pudiendo llegar a presentar estrés calórico, lo cual incide negativamente en su manejo productivo.

Por tal motivo, en los sistemas de producción de cuyes los factores medio ambientales juegan un rol fundamental en el bienestar animal de esta especie, afectando sus niveles productivos y reproductivos, ya que condiciones ambientales inadecuadas pueden

generar incomodidad para el descanso, alimentación, desplazamiento, estrés y diseminación de enfermedades entre otros.

El desarrollo y rendimiento en los sistemas de producción de crianza del cuy en sus diversas etapas tiene una amplia relación con el diseño y material de las instalaciones de los galpones de cuyes, siendo la temperatura, humedad, ventilación y concentración de gases, los que merecen mayor atención, ya que deben mantenerse niveles óptimos para garantizar condiciones adecuadas durante todas las etapas de crecimiento de esta especie.

En su mayoría los productores de la región andina no le han prestado la debida atención ni utilizan técnicas adecuadas para el control de factores ambientales dentro de los galpones de cuyes, tales como temperatura, velocidad del aire, humedad relativa y concentración de gases, siendo prioritario impulsar estrategias de mejoras en este ámbito. Por tal motivo, el propósito de este estudio es evaluar la temperatura de galpón de crianza de cuyes en el centro agronómico de K'ayra ubicado en el distrito San Jerónimo de la región de Cusco, como iniciativa que implique analizar los factores que inciden en el confort térmico, y cuyos resultados permitan implementar acciones enmarcadas a mejorar las condiciones del medio ambiente dentro de las instalaciones y áreas utilizadas, que facilite un manejo racional del cuy en los galpones.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Centro Agronómico de K'ayra se dedica a la cría y producción de cuyes (*Cavia porcellus*) con el objetivo de obtener productos de alta calidad y promover el desarrollo de esta actividad económica en la región. Sin embargo, se desconoce en qué medida los factores ambientales del galpón de cuyes están siendo evaluados y optimizados para garantizar el bienestar animal y la eficiencia productiva.

Se plantea la necesidad de llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los factores ambientales del galpón de cuyes en el Centro Agronómico de K'ayra, con el fin de identificar posibles deficiencias o áreas de mejora que puedan estar afectando el rendimiento y la salud de los animales.

Este problema es relevante debido a que los factores ambientales, como la temperatura, la humedad, la calidad del aire, el espacio y el piso, desempeñan un papel fundamental en la cría de cuyes. Si estos factores no son adecuadamente evaluados y controlados, pueden provocar estrés, enfermedades y disminución en la productividad de los animales.

Por lo tanto, es crucial realizar una evaluación sistemática de los factores ambientales del galpón de cuyes en el Centro Agronómico de K'ayra, a fin de implementar medidas correctivas o preventivas que mejoren las condiciones de cría, promuevan el bienestar animal y optimicen la eficiencia productiva.

La resolución de este problema permitirá obtener información precisa sobre los factores ambientales del galpón de cuyes, lo cual contribuirá a la toma de decisiones informadas para implementar mejoras en el manejo del galpón y garantizar condiciones óptimas de cría, tanto en términos de bienestar animal como de productividad.

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué forma los factores ambientales influyen en el mejoramiento del confort térmico de las pozas de cuyes, en el galpón de crianzas del centro agronómico de K'ayra?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cómo son las actuales condiciones físicas y sanitarias en el confort térmico de las pozas de crianza de cuyes, centro agronómico de K'ayra?

¿Cómo son las actuales condiciones de temperatura, humedad, velocidad del aire y concentración de gases en el confort térmico de las pozas de crianza de cuyes, centro agronómico de K'ayra?

¿Cuáles son los principales factores ambientales en el galpón de crianza del centro agronómico de K'ayra, que tienen influencia sobre el confort térmico de las pozas de cuyes?

¿Qué mejoras en las condiciones medioambientales de los galpones de cuyes permitirán

un mayor confort y eficiencia energética en las instalaciones de crianza?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. OBJETIVOS

#### 2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los factores ambientales implicados en el confort térmico dentro de las pozas del galpón de cuyes del centro agronómico de K'ayra.

#### 2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Describir las actuales condiciones físicas y sanitarias en el galpón de crianza de cuyes, del centro agronómico de K'ayra.
- b. Evaluar las condiciones ambientales del galpón de crianza de cuyes, mediante las mediciones de temperatura, humedad relativa y ventilación a nivel de pozas.
- c. Evaluar la emisión de gases de dióxido de carbono, metano y amoníaco dentro del galpón de cuyes.
- d. Proponer mejoras en las condiciones medioambientales de los galpones de cuyes para lograr confort en las instalaciones de crianza.

### 2.2. JUSTIFICACIÓN

La explotación de la especie *Cavia porcellus*, conocida como cuy, se ha incrementado a través de los años, por su alto valor nutritivo y proteico. La creciente demanda y las condiciones climáticas adversas obligan a los productores, a buscar innovaciones en todos los ámbitos, para que estos animales no se expongan a condiciones de estrés. Siendo necesario impulsar estrategias y mejoras en las instalaciones de los galpones de crianza de cuyes, en lo que concierne a optimizar la distribución de velocidad del aire, temperatura y humedad relativa, promoviendo la estandarización de las condiciones de manejo de la cría bajo un adecuado ambiente de confort y eficiencia productiva.

De igual forma, debido al incremento de la densidad de cuyes por metro cuadrado en explotaciones tecnificadas, la temperatura ambiental en la cual se encuentran estos

animales, es fundamental, puesto que tiene efectos directos en el consumo de alimento y en consecuencia sobre el comportamiento y la respuesta productiva de los animales; esto debido a que las especies domésticas, como es el caso de los cuyes, son animales homeotermos que tienen una respuesta óptima dentro de un rango de temperatura de crianza y cuando estos márgenes son superados pueden generar efectos negativos como es el caso de estrés calórico y susceptibilidad a la incidencia de enfermedades.

Por lo anteriormente expuesto esta investigación reviste de gran importancia desde el punto de vista social, técnico y económico, aportando mejoras en el desarrollo de metodologías de diseño de granjas de crianza de cuyes bajo criterios sostenibles, mejor comportamiento energético sin altos costos, bienestar animal, una producción constante durante todo el año y mayores beneficios para los productores a nivel nacional y en especial de la región de Cusco.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la crianza de cuyes los factores ambientales tienen efecto sobre el rendimiento productivo del cuy:

Rojas (2012), estudió el efecto de diferentes temperaturas (testigo 15-17 °C, 20°, 25°, 30° y 35°C) en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*), mediante un diseño de bloques completos al azar. La temperatura fue controlada con termostatos automáticos, con revisión diaria. Se evaluó el consumo de alimento, agua, peso final, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. El mayor consumo de alimento se registró a la temperatura de 25 °C, solo se observaron diferencias significativas sobre el consumo de agua. En el peso final, ganancia de peso y en la conversión alimenticia no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0.01$ ) en las diferentes temperaturas, pero si respecto al sexo, siendo los castrados quienes obtuvieron mayor peso final. Respecto al rendimiento de carcasa, si hubo diferencias significativas, registrándose mayor rendimiento a la temperatura de 30 °C, en cuanto al sexo se encontraron diferencias significativas, siendo los castrados y machos los que presentaron mayor rendimiento.

Puentes *et al.* (1996) trabajaron en el efecto de diferentes niveles de temperatura y humedad relativa en el comportamiento productivo del Cuy (*Cavia porcellus*) en las fases de levante y engorde, utilizando un diseño de bloques completos al azar. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas, demostrando que la temperatura influyó de diferente manera en el consumo de alimentos, los tratamientos con 20 °C y 25 °C produjeron los mejores resultados en cuanto a incremento de peso y conversión alimenticia, siendo una alternativa para la explotación del cuy en zonas con un rango de temperatura de 18 °C a 25 °C, o en climas más fríos con temperaturas y humedad relativa controladas por medios naturales o artificiales. Los mayores consumos de alimento por día fueron obtenidos en los tratamientos con temperaturas de 20 °C y 25 °C, disminuyendo en animales expuestos a temperaturas ambientes o sometidos a 30 °C, posiblemente por pérdida de apetencia por estrés y calor, respectivamente. En relación con la humedad, el tratamiento con temperatura de 20 °C fue de 67% y en el caso del

tratamiento con 25 °C fue de 63%.

Ocaña y Sánchez (2010) analizaron que la incidencia de enfermedades infecciosas como neumonía y la salmonelosis, en la crianza de cuyes, son causadas por cambios bruscos de la temperatura en su medio ambiente, alta humedad, exposición directa a corrientes de aires, alta densidad poblacional, falta de limpieza en cama, deficiente alimentación entre otras. Razón por la cual recomendaron mantener una temperatura interna del galpón de entre 18 °C y 24 °C, con un promedio de humedad relativa menor a 65%, para que así los cuyes puedan tener un desarrollo normal libre de enfermedades respiratorias.

Arias y Araujo (2013) determinaron el rango óptimo de temperatura y de humedad, con un sistema de control automatizado para prevenir las enfermedades respiratorias en la crianza de cuyes, en el distrito de Vilca, región Huancavelica, utilizando muestreo aleatorio sistemático. Obtuvieron que, los cuyes de control presentaron enfermedades respiratorias, en un 73.33%, por estar expuestos a una temperatura promedio de 13.50 °C y a una humedad de 39.40%. En el caso de los cuyes en los que fue controlada la temperatura y la humedad de forma automatizada, el 90% de los cuyes estuvieron libres de enfermedades respiratorias, la temperatura promedio fue de 19.04 °C y la humedad relativa de 40.77%.

## **3.2. BASES TEÓRICAS**

### **3.2.1. ORIGEN DEL CUY**

El cuy es originario de la zona andina de países de Sudamérica como Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Hace unos 5,000 años, el cuy servía como alimento a los antiguos incas, como testimonio se han encontrado restos de esta especie en cuevas prehistóricas ayacuchanas (Moreno, 1989). De igual forma, hace por lo menos 3,000 años se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron; posterior a la conquista los españoles y mestizos continuaron con su crianza y cuidado (Castro, 2002).

### 3.2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Orden:	Rodentia
Suborden:	Hystricomorpha
Familia:	<i>Caviidae</i>
Género:	<i>Cavia</i>
Especie:	<i>Cavia porcellus</i> Linnaeus

**Fuente:** Extraído de FAO (1997)

### 3.2.3. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

En Sudamérica, este roedor vive por debajo de los 4,500 msnm, y ocupa regiones de la costa y la selva alta, encontrando numerosos grupos de cuy distribuidos a lo largo del eje de la cordillera de los Andes en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, noroeste de Argentina y norte de Chile. También se han encontrado poblaciones silvestres en América Central, el Caribe, Antillas, sur de Brasil, Uruguay y Paraguay (Cabrera, 2006).

En varios países como, Venezuela, Colombia y Bolivia su distribución y producción es más bien de tipo regional. Sin embargo, en Perú es un mercado tanto de consumo interno como de exportación, por ejemplo, para el 2019, se exportaron 11.6 toneladas (TM) por un valor FOB (Free on Board: Franco a bordo) de US\$ 148,768, siendo Estados Unidos uno de los principales compradores (MINAGRI, 2020).

### 3.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CUY

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor con una expectativa de vida entre cuatro y siete años. En cuanto a sus hábitos alimenticios posee una amplia adaptación, son diurnos y nocturnos, siendo ventajoso para su rápido crecimiento hasta alcanzar el tamaño adulto. La alimentación se basa principalmente en forraje verde y complementos alimenticio concentrados, utilizados en los sistemas de producción comercial, para acelerar su crecimiento (Aliaga, 1996). Su carne es muy nutritiva principalmente por su contenido proteico, rica en minerales, vitaminas y con varias propiedades de tipo terapéutico. Es altamente recomendado en la alimentación humana por sus propiedades

particulares de suavidad, calidad y digestibilidad (Mejocuy, 2004).

La carne de cuy aporta principalmente aminoácidos, los cuales son indispensables para el organismo, se considera que esta carne sobrepasa en 30 a 50% a las proteínas vegetales. Considerándose que el valor biológico de las proteínas de la carne es bastante grande. En comparación con otras especies, la carne de cuy contiene el más alto porcentaje de proteínas (20.30%), seguido de la carne de conejo (20.10%), aves (18.30%), vacuno (17.50%) y cerdo (16.40%), respectivamente. Por otra parte, la carne de cuy contiene el menor porcentaje de grasas (7.80%) y de energía (960 Kcal/Kg) en relación a las otras especies que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Contenido de proteínas, grasas y energía en varias especies**

<b>Especies</b>	<b>% de Proteínas</b>	<b>% de Grasas</b>	<b>ED Kcal/Kg</b>
Carne de cuy	20.30	7.80	960
Carne de conejo	20.10	8.00	1,590
Carne de ave	18.30	10.20	1,700
Carne de vacuno	17.50	18.20	2,440
Carne de cerdo	16.40	35.80	3,760

**Fuente:** Arroyo (1986).

El cuy para la producción de carne ha sido seleccionado por la precocidad que posee, por su prolificidad e indirectamente se toma en cuenta también por su conducta y mansedumbre, es una especie de hábitos nocturnos ya que las actividades fisiológicas, no disminuyen durante la noche; ya que es una especie que no duerme en comparación a los demás. En relación a su vida útil, los animales pertenecientes a esta especie poseen una vida de seis años, pero de acuerdo al comportamiento productivo se recomienda mantener hasta cuando los machos y las hembras cumplan sus 18 meses de edad, transcurrida esta etapa la productividad en la explotación disminuye significativamente (Torres, 2002).

### **3.2.5. SISTEMAS DE CRIANZA DE CUYES**

Las instalaciones se diferencian por su contribución y diseño, considerando el valle, altiplano, y trópico, además el tipo de crianza y la disponibilidad de materiales de construcción. Durante el diseño del alojamiento del cuy, hay que tener en cuenta que estos animales son sensibles tanto a las corrientes de aire como a la humedad. Al someterlos a estos agentes se puede producir probablemente un deterioro en su salud.

Para que las instalaciones satisfagan las exigencias deben diseñarse de tal manera que permitan controlar la temperatura, la humedad y movimiento del aire. Ya que los cuyes a pesar de considerarse una especie rústica, son susceptibles a enfermedades respiratorias, siendo más tolerantes al frío que al calor. Su cuerpo conserva bien el calor, pero la disipación del mismo es muy deficiente.

En la actualidad, la producción del cuy se realiza dentro de galpones; para proteger a los cuyes los cambios extremos ambientales, lluvia, corrientes de aire, la acción directa de los rayos del sol, el interior del galpón debe tener una buena iluminación, adecuada ventilación para eliminar los gases que se generan por la descomposición del alimento, heces y orina y brindar las condiciones de confort térmico para obtener una mejor producción.

Chauca (1997), considera que la temperatura óptima se encuentra en un rango de 18 a 24 °C y una humedad relativa de 50%. Temperaturas superiores a 34 °C, ocasionan estrés térmico, que presenta mayores complicaciones durante la crianza, entre las cuales se tiene, postración, disminución de la habilidad de consumo, en el caso de madres y lactantes; disminución del número de nacidos, abortos frecuentes y el efecto del estrés calórico; que cuando el animal no puede sobrellevarlo puede ocasionar muertes súbitas (Vivas y Carballo, 2013). Asimismo, elevadas temperaturas afectan la capacidad reproductiva, la temperatura interna está influenciada por el calor que emiten los animales que dependerá del número de animales por jaula o poza.

#### **a. Crianza en pozas**

Este tipo de instalación se construye generalmente con material disponible de la propia

zona, es decir con material existente de acuerdo a las regiones y recursos existentes.

Las pozas son estructuras o corrales de un determinado tamaño, cuadrados o rectangulares, distribuidos de manera que se pueda aprovechar el máximo de espacio interior del galpón, y así permitir la libre circulación y un mejor manejo de los animales. De esta manera se pueden disponer pozas para reproductores, para recría y para animales de reserva (Chauca, 2007).

Los galpones donde se construyen las pozas deben contar con buena ventilación y luminosidad interior. La ventilación es muy importante para que las camas de las pozas permanezcan secas y para que las temperaturas sean las adecuadas (Aliaga, 1996).

Según diversos autores las dimensiones recomendadas para las pozas de crianza se presentan a continuación:

**Tabla 2. Contenido de proteínas, grasas y energía en varias especies**

<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Cuyes Alojados</b>	<b>Espacio Vital (m<sup>2</sup>/cuy)</b>	<b>Autores</b>
1.50 x 1 x 0.50	7♀ y 1♂	0.1875	Chauca e Higaona (2001)
1.50 x 1 x 0.45	12 a 15 (Recrías)	0.066 a 0.083	Aliaga (1996)
1.50 x 1 x 0.45	10H y 1M	0.09	Canchari (1995)
1.50 x 1	8 a 9H y 1M	0.15 a 0.166	Bustamante (1993)
1.50 x 1	10 a 15H y 1M	0.094 a 0.136	Zevallos (1967)
1 x 1	12 a 15 (Recrías)	0.066 a 0.083	Rosemberg y Flores (1976)
1 x 1	10 a 12H y 1M	0.077 a 0.09	Rosemberg y Flores (1976)
1.20 x 0.90 x 0.45	10H y 1M	0.098	Rosemberg y Flores (1976)

**Fuente:** Canaza (2012).

**Leyenda:** H = Hembra, M = macho

### **3.2.6. CONFORT TÉRMICO EN MÓDULOS DE CUYES**

Para el diseño de instalaciones se debe tomar en consideración que no hay clima perfecto y definitivo en ninguna parte del mundo. En invierno cuando más se necesita la energía solar es cuando menos llega, en verano la presencia de elevadas temperaturas, que generan estrés e incremento del consumo de agua. Los cambios que se operan en el organismo del animal (*Cavia porcellus*) sometido a elevadas temperaturas, incrementa la sensación térmica para liberar la energía producida en forma de calor y mantener la homeostasis (Benito, 2008; Rivera, 2012).

Cuando se habla de confort térmico de espacios cerrados se debe considerar en controlar la temperatura, la humedad, pureza y movimiento del aire.

### **3.2.7. CONDICIONES AMBIENTALES**

Los sistemas de producción intensiva en la crianza de animales han incrementado el empleo de métodos y técnicas que garanticen un adecuado manejo de las condiciones ambientales en los galpones y diversas instalaciones de crianza de cuyes y así también los factores como: la temperatura, velocidad del aire, humedad relativa y concentración de gases, requieren de mayor atención y control para garantizar el bienestar de los animales y el rendimiento productivo esperado (Chauca, 2007).

#### **a. Temperatura y su efecto en el comportamiento productivo en cuyes**

Los cuyes tienen la capacidad de adaptarse a diversas condiciones climáticas extremas, pueden encontrarse desde el nivel del mar hasta los 4,500 msnm y en zonas tanto frías como cálidas. Se desarrollan bien en climas templados, pudiendo adaptarse más a climas fríos que calientes, con temperaturas por encima de los 34 °C pueden presentar estrés térmico y problemas productivos (Chauca *et al.*, 2008).

**Tabla 3. Climas aparentes para la crianza de cuyes**

<b>Clima</b>	<b>Crianza de Cuyes</b>
Montañoso	Baja presión parcial de oxígeno, baja temperatura ambiental, baja humedad, baja polución y alta radiación
Frío	± 1 a 4 meses temperaturas entre 10 y 20 °C y de 8 a 11 meses de -10 °C
Templado	++ los 12 meses entre 10 y 20 °C
Subtropical	++ de 4 a 11 meses temperaturas de +20 °C y de 1 a 8 meses entre 10 y 20 °C
Tropical	± 12 meses del año a temperaturas de +20 °C

**Fuente:** Chauca (1997).

#### **b. La temperatura y su efecto en el comportamiento productivo**

Cuando la temperatura del aire está por encima de la zona termoneutral, para cualquier especie y raza en particular, tienden a reducir sus ganancias de peso. Esto se debe principalmente a que las altas temperaturas del aire y la corporal deprimen el consumo de alimento. Debido a que los cuyes son mamíferos homeotermos, tienen la capacidad de controlar la temperatura del cuerpo dentro de un reducido margen, en un medio donde ésta puede variar ampliamente. Es decir, pueden tolerar pérdidas o ganancias de energía del medio que los rodea para mantener una condición constante de todo el cuerpo, denominada homeostasis.

Entre los factores ambientales que merecen mayor atención, están la temperatura (18 - 20 °C) y la humedad relativa (60 – 65%), los cuales se deben tratar de mantener en sus niveles óptimos, porque tanto el frío como el calor excesivo son perjudiciales, ya que disminuyen el consumo, incremento de peso, natalidad y aumentan las enfermedades y mortalidad (Puentes *et al.*, 1996).

#### **c. Temperatura y confort térmico**

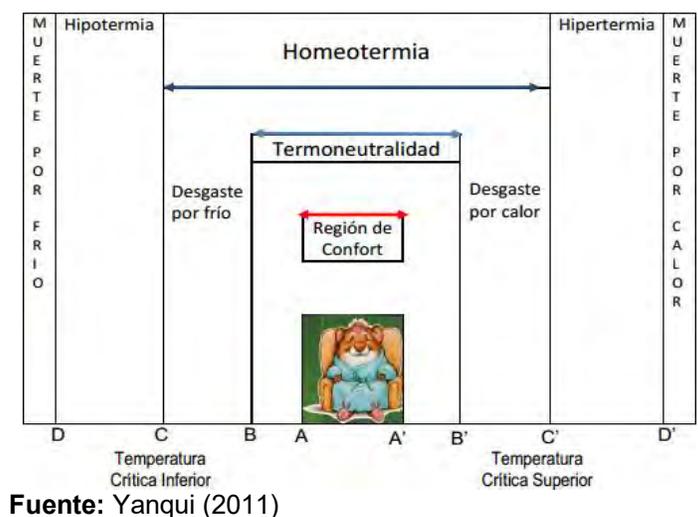
El organismo de los animales se caracteriza por mayor o menor capacidad de termorregulación lo cual les permite adaptarse con más o menos facilidad a las

variaciones térmicas. Así todos los animales poseen una zona de neutralidad térmica ambiental en la cual no hay esfuerzos de los mecanismos termorreguladores para mantener la temperatura corporal. Es decir, en dicha zona el animal no lucha ni contra el frío ni contra el calor por lo que la energía disponible para el crecimiento es la máxima (Cabrera, 2006).

Dentro de la zona de neutralidad se encuentra la temperatura óptima, en la cual los animales consiguen los mejores resultados técnico-económicos (mejores crecimientos, el mejor índice de transformación y los mejores porcentajes de músculo).

Cuando los animales se encuentran fuera de esta zona de neutralidad se produce una movilización de recursos para alcanzar la homeostasis, de tal forma que una parte de la energía consumida en alimentación, que podría ser utilizado para la producción, se desvía para el mantenimiento de sistema termorregulador (Cortés, 2011).

La zona de neutralidad térmica se encuentra limitada por la temperatura crítica inferior y la temperatura crítica superior, como se puede apreciar en la Figura 1.



**Figura 1. Regiones térmicas del cuy (*Cavia porcellus*)**

**d. Temperatura crítica inferior (TCI)**

Es la temperatura mínima que permite el mayor crecimiento. Por debajo de la misma el

animal debe emplear una cantidad extra de energía consumida para luchar contra el frío, reduciendo su actividad productiva a pesar del aumento de apetito.

**e. Temperatura crítica superior (TCS)**

Es la temperatura máxima que permite el mayor crecimiento. Por encima de la misma el animal disminuye de forma importante el consumo espontáneo de alimento, para limitar la producción de calor a partir del metabolismo (Arias *et al.*, 2008).

**f. Humedad**

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o el grado de humedad. La humedad relativa (HR), es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental, es el contenido de agua en el aire o en la atmósfera y se define como el porcentaje de saturación del aire con el vapor de agua, es decir, la relación existente entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cubico de aire en condiciones determinadas de temperatura y presión (Cortes, 2011).

La humedad relativa del aire afecta la sensación térmica de los animales a través de la capacidad de intercambio de calor latente con el ambiente.

**g. Velocidad del aire**

La velocidad a la que se mueve el aire a lo largo del galpón determina el nivel de frescura que sienten los animales al crearse un efecto de sensación térmica. Cuando la velocidad del aire no es la adecuada, se puede producir en los animales un exceso de frío (si la velocidad del aire es muy alta) o de calor (si la velocidad del aire es muy baja).

Tomar en cuenta la velocidad del aire y realizar mediciones y un monitoreo frecuentemente permite evaluar la efectividad del sistema de ventilación y ayuda a identificar los problemas que puedan existir en las instalaciones de crianza.

## **h. Concentración de gases**

En un galpón de crianza de cuyes se produce continuamente anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y amoniaco; estos gases son el resultado de la respiración y de las deyecciones de los animales.

Los vientos moderados y suaves ayudan a sacar estos gases del galpón y a mantener una temperatura entre los  $18\text{ }^\circ\text{C}$  y  $22\text{ }^\circ\text{C}$  y una humedad relativa cercana al 60%, parámetros ideales para la cría del cuy. Si la temperatura del galpón pasa de los  $24\text{ }^\circ\text{C}$ , los animales disminuyen el consumo de alimentos, por lo tanto, bajan de peso y aumenta la mortalidad (Benavides, 1985).

La pureza del aire constituye otro factor que no se puede descartar puesto que es obvio que no basta el que exista aire respirable, sino que este no se encuentre contaminado, aunque por concepto de temperatura y humedad dicho aire esté dentro de los límites tolerables. Agregar el límite de gases que existen en la granja de cuyes y cuáles son los niveles permitidos para la crianza cantidad de partes por millón (ppm). Con respecto al metano, este gas se forma como resultado de las excretas de los animales, generalmente con buena ventilación, los niveles de este gas son bajos, para el caso de estudio fue de 5,716 ppm con una variabilidad de 42,780, para este caso los datos también fueron variables a lo largo de los días, lo que podría estar influenciado por la ventilación natural en el galpón. Los principales riesgos de seguridad del metano ocurren cuando los niveles son lo suficientemente altos como para volverse explosivos o altamente inflamables (Pork, 2018), sin embargo, los valores obtenidos no son lo suficientemente altos ni para ser inflamables ni para generar daños a los cuyes.

En los galpones, como resultado del metabolismo de los cuyes, se produce constantemente anhídrido carbónico y amoniaco, su concentración dentro del recinto es perjudicial para los animales, razón por la cual, el viento es clave para que los gases salgan del galpón y se mantenga una temperatura adecuada, los vientos suaves y moderados ayudan a que esto ocurra y a mantener la temperatura y la humedad dentro del rango óptimo para la crianza (Gutiérrez, 2017).

**Tabla 4. Efecto de la concentración de amoniaco sobre los animales de cría**

<b>Concentración</b>	<b>Efecto</b>
10 ppm	Lesiones en la superficie pulmonar.
20 ppm	Mayor susceptibilidad a patologías respiratorias.
50 ppm	Retraso del 5 % en el crecimiento.
100 ppm	Problemas respiratorios y oculares, retraso en el crecimiento del 15%.

#### **i. Zona de confort en la crianza de Cuyes**

Huaquisto (2005), refiere que la zona de confort, ligado a los requerimientos óptimos de los animales menores, está definida por la temperatura y la humedad relativa, así se tiene para el cuy, una temperatura adecuada de 18 °C a 22 °C, y humedades relativas de 60 – 70%.

Según encuestas e investigaciones realizadas en varias provincias de Perú, se logró resumir que la temperatura óptima es de 18 °C, las temperaturas extremas tanto calurosas (> 34 °C) como frías (< 3 °C) producen postración principalmente en hembras gestantes y lactantes. La humedad del cuerpo está en relación a la humedad relativa y el grado más confortable puede estar entre 20 y 65%, menos del 20% de humedad se siente una sequedad fastidiosa y más del 65% el aire resulta excesivamente húmedo (Chauca, 1997).

En la crianza ecológica de cuyes para evitar que los animales sufran algún tipo de estrés, ya sea en la disminución o pérdida de la capacidad inmunológica de los animales, incrementa el índice de mortandad en las granjas de cuyes. No se debe considerar al estrés como un estado patológico, sino como una reacción fisiológica que abarca a todo el organismo con el fin de adaptarse y volver así a su estado de equilibrio. De tal forma que cada vez más se hace necesario tomar medidas preventivas que tengan que ver con propiciar una alimentación balanceada, evitar los cambios bruscos de temperatura dentro de las instalaciones y mantener las medidas de bioseguridad con adecuadas condiciones

medioambientales.

Ferrarase (2003), define que existe un equilibrio entre la carga de animales y las condiciones exteriores, este equilibrio se traduce por un alza o un descenso de la temperatura, lo que va a provocar en algunas ocasiones, la necesidad de instalar sistemas de calefacción o de refrigeración. Son muchos los factores que afectan la producción agropecuaria a nivel mundial, pero entre los principales se encuentran las condiciones climáticas (Gutiérrez y Hilarion, 2016). El clima puede afectar el crecimiento y desarrollo de los seres vivos ya que estos necesitan de ciertas condiciones para que sus procesos fisiológicos ocurran de forma normal (Pereira *et al.*, 2002).

Todos los animales de granja necesitan desarrollarse en un ambiente que les confiera confort térmico, este factor está directamente relacionado con la temperatura y la humedad (Chauca, 2020). En la actualidad, el único índice que representa el efecto combinado de ambos factores es el índice de Temperatura-Humedad (ITH), este está relacionado con el estrés térmico (Jahuirra *et al.*, 2022).

### **3.2.8. BIENESTAR ANIMAL**

El bienestar animal se define como el estado de salud mental y física donde el animal se encuentra en armonía con su ambiente. Este es considerado como el trato humanitario brindado a los animales, que abarca el conjunto de medidas necesarias para disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor a los animales durante su traslado, exhibición, cuarentena, comercialización, aprovechamiento, entrenamiento y sacrificio (Ferrarase, 2003).

Variaciones constantes de la temperatura, humedad, corrientes de aire, sobrepoblación, falta de protocolos de desinfección y limpieza, entre otros, son algunos de los problemas que se observan en explotaciones de cuyes, muchos de estos podrían ser solucionados mediante cambios en el manejo de la producción, si se enfocaran más en los principios del bienestar animal; con soluciones rápidas y a un costo de inversión relativamente bajo en comparación a mejoras en la genética o infraestructura, se obtendría un aumento significativo de la productividad.

Actualmente, el bienestar animal se fundamenta en principios y criterios que toman en consideración tanto la parte física, emocional y comportamental de los animales, adaptándose a las necesidades de cada especie. Los principios de bienestar tienen que ver con una alimentación adecuada, buena salud, comportamiento y alojamiento adecuado.

En la siguiente tabla se muestran los principios y criterios establecidos por Farm Animal Welfare Education Centre (FAWEC) para la evaluación del bienestar animal.

**Tabla 5. Criterios para la evaluación de bienestar animal (FAWC)**

<b>Principios de Bienestar</b>	<b>Criterios de Bienestar</b>
Alimentación adecuada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de hambre prolongada</li> <li>2. Ausencia de sed prolongada</li> </ol>
Alojamiento adecuado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bienestar en el área de descanso</li> <li>2. Temperatura adecuada (confort térmico)</li> <li>3. Facilidad de movimiento</li> </ol>
Buena salud	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de lesiones físicas</li> <li>2. Ausencia de enfermedades</li> <li>3. Ausencia de dolor por manejo inadecuado</li> </ol>
Comportamiento adecuado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manifestación de comportamientos sociales</li> <li>2. Manifestación de otros comportamientos</li> <li>3. Buena interacción con los seres humanos</li> <li>4. Conductas emocionales positivas</li> </ol>

**Fuente:** Welfare y Quality (2009).

La humedad relativa se define como el porcentaje de saturación de un volumen específico de aire a una temperatura específica; así cuanto más se aproxima el valor de la humedad relativa al 100% más húmedo está. La humedad relativa está muy relacionada con la temperatura, mientras menor es la temperatura, mayor es la humedad relativa (Uninotas, 2017). por lo que, era de esperarse los valores obtenidos, razón por

la cual se debe controlar la temperatura para que esta variable no aumente más de lo que es aceptable para la crianza.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en los galpones de cuyes de las instalaciones del Centro Agronómico Kayra, de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicada en el distrito de San Jerónimo, provincia y región del Cusco.

#### **4.1.1. UBICACIÓN**

Región: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: San Jerónimo

Sector: Centro Agronómico K'ayra, Facultad de Agronomía y Zootecnia – UNSAAC.

Longitud: 71° 57' 31" Oeste

Latitud: 13° 55' 65" Sur

Altitud: 3,220 msnm

#### **4.1.2. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA**

Cuenca: Vilcanota Sub cuenca: Huatanay

Microcuenca: Huanacaure

#### **4.1.3. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS**

Se presenta un clima templado frío, con variación de temperatura entre 11 °C a 20.65°C, humedad relativa mínima de 63.43% en el mes de agosto y una máxima de 78.27% en el mes de marzo, con precipitación fluvial de 670.10 mm que varían de 120 a 144.22 mm para los meses de julio y enero respectivamente, horas de sol acumulada anual promedio de 2,264.59, con velocidades de viento que varía de 2.94 a 4.06 m/s, en meses de mayo y agosto (UNSAAC – SENAMHI – KAYRA).

## **4.2. DURACIÓN DE ESTUDIO**

La investigación se realizó los meses de octubre y noviembre del año 2020.

## **4.3. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

Durante el desarrollo del presente estudio para diagnosticar las condiciones actuales de las instalaciones o galpón de crianza de cuyes en el centro agronómico de K'ayra, se emplearon los siguientes equipos, instrumentos, materiales e insumos durante el proceso de recolección de datos e información:

- Medidor Data Logger. Se utilizaron estos dispositivos electrónicos para la medición de temperatura y humedad relativa en el galpón de cuyes. Un medidor data logger registra y archiva potencialmente mayor cantidad de lecturas facilitando el análisis de datos y el pronóstico de la tendencia a largo plazo de las variables estudiadas, proporcionando un mayor monitoreo de las condiciones y parámetros ambientales.
- Cámara Termográfica 871. Su uso proporcionó imágenes térmicas de los objetos, una buena medición de temperaturas y mayor control dentro de las instalaciones, permitiendo localizar fugas de calor, zonas asimétricas caloríficas o zonas de condensación en el galpón de crianza.
- Anemómetro. Se utilizó este instrumento para medir el flujo y velocidad de aire en las instalaciones.
- Aeroqual 500-6 serie 500 por cabezales. Son medidores muy precisos para la medición de concentraciones de gas en el aire. Se empleó para medir amoníaco, metano, CO<sub>2</sub>. El detector de gases se puede equipar con diferentes cabezales, que se diferencian en el rango de medición. Existen diferentes cabezales para detectar amoníaco, metano, sulfuro de hidrógeno, que son reconocidos automáticamente al conectar el cabezal al aparato. De esta manera se puede utilizar el detector de gases en varios sectores.

- Materiales e insumos de oficina empleados para el registro de datos e información, fotocopias e impresiones.
- Computadora y equipos portátiles para el uso de software para análisis y procesamiento de los datos.

#### **4.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo al nivel esta investigación es observacional y descriptiva, ya que se evaluaron una serie de aspectos y se colectó información sobre cada uno de ellos; se describieron y midieron las variables para la evaluación de la temperatura de galpón de cuyes, considerando también la humedad y velocidad del aire como factores ambientales que juegan un papel fundamental en el mantenimiento de las condiciones y ambiente de confort en las diversas instalaciones de crianza de cuyes.

#### **4.5. MÉTODOS PARA LA COLECTA DE INFORMACIÓN**

##### **4.5.1. MEDICIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SANITARIAS**

Se tomaron en cuenta las características de la infraestructura, a través de la observación directa, realización de inspecciones y recorridos por las instalaciones donde se realizó el experimento, se evaluó la disponibilidad de espacio en cada poza para posteriormente compararla con los manuales de crías. Entre las características evaluadas están los materiales de construcción del galpón, techo, pozas y pisos. De igual forma, se evaluaron los materiales usados para la cama de los animales, la frecuencia de cambio y desinfección con el fin de tener conocimiento de las características sanitarias de las pozas.

##### **4.5.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES**

Se midió el ingreso de la velocidad de aire y temperatura en todas las ventanas abiertas y claraboyas colocando el anemómetro en el centro de la ventana. El tiempo de medición fue de 45 días, los valores se tomaron diariamente.

Se colocó en el centro de cinco pozas un data logger a 10 cm del piso de la poza, para

medir la temperatura y la humedad relativa. Este procedimiento fue realizado en equis (X) en cada poza y luego la data logger se colocó por filas ya que el galpón cuenta con dos filas de pozas. Posteriormente se utilizó el Aeroqual 500-6® serie 500, en el centro de la poza a 10 cm del suelo, a este instrumento se le cambió con diferentes cabezales para medir la calidad de aire como son el amoníaco, metano y CO<sub>2</sub>. La medición de temperatura y humedad se realizó durante 30 días en equis, y durante 15 días en fila, la medición de gases durante cinco días.

Para tener un registro de la temperatura corporal de los cuyes, se utilizó una cámara termográfica. Durante el periodo de medición, con esta se tomaron fotografías en las pozas donde se colocó el data logger, enfocando principalmente a los animales. También fueron tomadas fotos en el interior del recinto.

Todo lo anteriormente expuesto sirvió para poder evaluar si las condiciones actuales cumplen con los requerimientos recomendados en la guía de buenas prácticas de producción de cuyes.

En función de los resultados obtenidos y la evaluación de los parámetros establecidos durante la experimentación, se pudieron plantear mejoras que contribuyan al confort térmico de los galpones de crianza de cuyes.

#### **4.6. VARIABLES DEL ESTUDIO**

##### **4.6.1. VARIABLES EVALUABLES**

Numero de pozas

- Poza 1, Poza 2, Poza 3, Poza 4 y Poza 5

##### **4.6.2. VARIABLE RESPUESTA**

- Confort térmico
- Humedad, Temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y concentración de gases en el galpón de crianza de cuyes.

#### 4.7. MÉTODOS PARA ANÁLISIS DE DATOS

Se emplearon técnicas de análisis cuantitativo para la clasificación, codificación, procesamiento e interpretación de la información obtenida durante la recolección de datos.

El análisis estadístico que se utilizó fue de tipo descriptivo con el fin de obtener el promedio, la desviación estándar y la varianza de los valores ambientales medidos. En el caso del confort térmico se utilizó la fórmula de Thom (1959):

$$\text{índice de temperatura/humedad} = (1.80 \cdot TX) + (0.55 \cdot HR) + 31.45$$

Donde TX es la temperatura ambiental y HR es el promedio de humedad relativa.

**Tabla 6. Valores de referencia de índice de temperatura/humedad**

ITH	Condición
<70	Normal
71-79	Alerta
80-83	Peligro
>84	Emergencia

**Leyenda:** ITH (índice de temperatura/humedad)

Para análisis de datos, cuando estos que no presentaron distribución normal, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis cuya fórmula es la siguiente:

$$H = \left[ \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3(N+1)$$

H = Prueba de Kruskal-Wallis, N = Numero de datos, R = Rango, n = Tipo de datos.

## V. RESULTADOS

### 5.1. CONDICIONES FÍSICAS Y SANITARIAS EN EL GALPÓN DE CRIANZA DE CUYES, DEL CENTRO AGRONÓMICO DE KAYRA

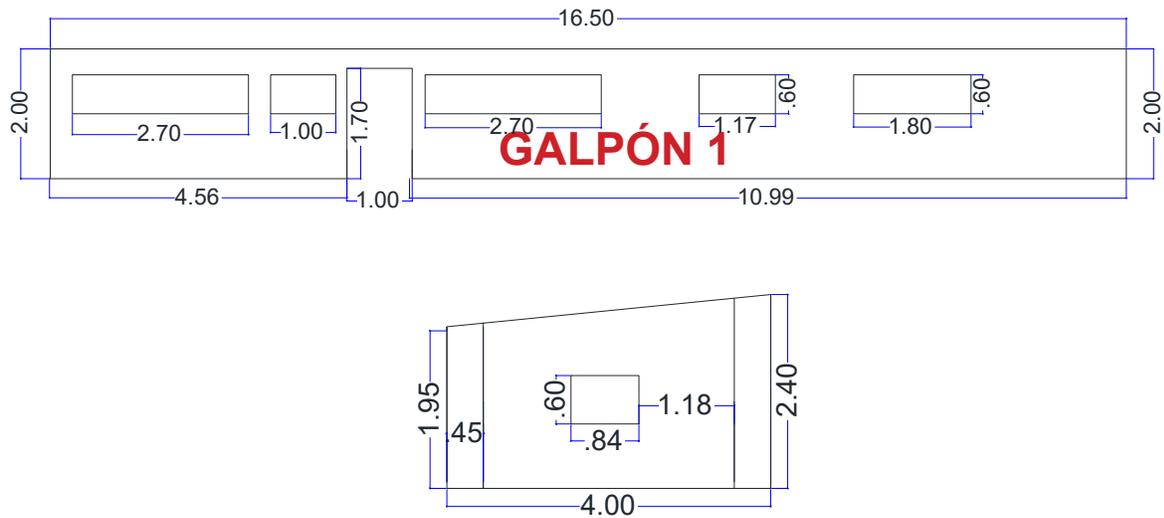
#### 5.1.1. CONDICIONES FÍSICAS

El galpón de cuyes del Centro Agronómico de K'ayra, presenta las siguientes características constructivas:

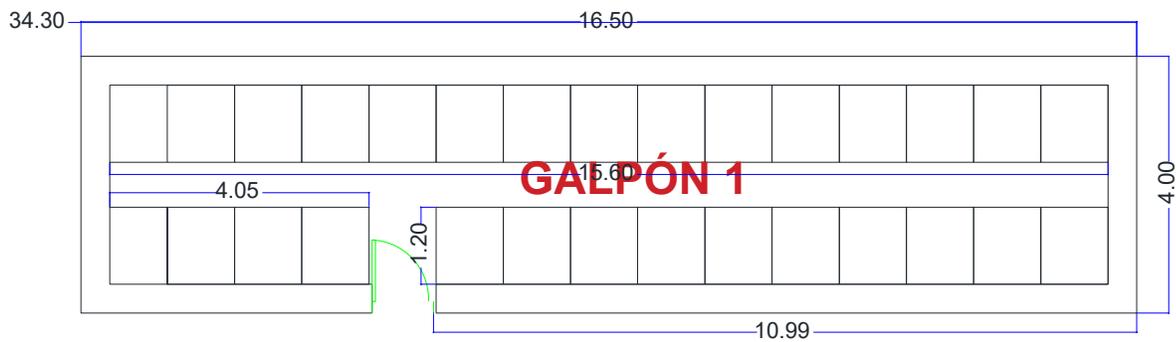
- Cimentación : Piedra, asentada en barro
- Sobrecimentación : Piedra asentada en barro
- Muros : Adobe de 50 cm
- Cubierta : Teja, sobre una estructura de madera eucalipto
- Cielo raso : Yeso
- Acabados : Muros enlucidos con pasta de yeso
- Piso : Tierra asentada y apisonada
- Puertas : Madera
- Ventanas : Madera, con vidrio simple
- Ventilación : Con manejo de ventanas.

En general, la construcción es antigua y relativamente se encuentra en buenas condiciones esto debido al manteniendo que se realiza. Posee una altura en promedio de 2.25 m, el techo es inclinado con dos claraboyas, siendo la parte posterior la más alta. Posee seis ventanas, cinco anteriores y una lateral, cada ventana tiene unas dimensiones que van desde los 2.70 m de ancho a los 0.60 m de alto.

En las siguientes figuras se observan las medidas, frontales y laterales e internas de los galpones de cuyes de las instalaciones del centro agronómico K'ayra.



**Figura 2. Vista anterior y lateral del galpón**



**Figura 3. Distribución de pozas al interior y vista posterior del galpón**

### 5.1.2. CONDICIONES SANITARIAS

No se han encontrado problemas sanitarios en el galpón, por cuanto se maneja con regularidad un programa de bioseguridad, consistente en los siguientes aspectos:

- Puesta de una bandeja con desinfectante al ingreso del galpón
- Protocolos de tratamiento de cuyes muertos
- Plan de limpieza y desinfección periódica dentro del galpón.
- Limpieza semanal de pozas

## 5.2. CONDICIONES AMBIENTALES DEL GALPÓN DE CRIANZA DE CUYES A NIVEL DE POZAS

### 5.2.1. EVALUACIÓN DE TEMPERATURA (°C)

Los registros de temperatura del galpón se realizaron a nivel de pozas, ventanas y claraboyas. Las temperaturas en las ventanas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, fueron de  $18.3 \pm 1.8$ ;  $18.4 \pm 1.8$ ,  $18.5 \pm 1.7$ ,  $18.5 \pm 1.7$ ,  $18.7 \pm 1.6$  y  $18.8 \pm 1.6$  °C; respectivamente, no habiendo diferencias significativas entre ellas (Tabla 7).

**Tabla 7. Valores de temperatura promedio (°C) y desviación estándar en las ventanas**

Valores	Ventanas					
	1	2	3	4	5	6
Promedio	18.3	18.4	18.5	18.5	18.7	18.8
± DS	± 1.85 a	± 1.80 a	± 1.73 a	± 1.70 a	± 1.63 a	± 1.65 a

**Leyenda:** DS = Desviación estándar. Letras iguales en la misma fila implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ )

Las temperaturas en las claraboyas 1 y 2, fueron de  $18.89 \pm 2.61$  y  $19.00 \pm 1.63$ °C, respectivamente, no habiendo diferencias significativas entre ellas, como podemos observar en la (Tabla 8).

**Tabla 8. Valores de temperatura medidos en las claraboyas**

Valores	Temperatura (T °)	
	Claraboya 1	Claraboya 2
Promedio ± DS	$18.89 \pm 1.61$ a	$19.00 \pm 1.63$ a

**Leyenda:** DS = Desviación estándar. Letras iguales en la misma fila implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ ).

Los registros de temperatura, realizados a nivel de pozas, fueron de dos formas:

1. Temperaturas de las pozas en forma de "X"
2. Temperaturas de las pozas en forma de fila

Las temperaturas en las pozas 1, 2, 3, 4 y 5 en forma de “X”, tuvieron un promedio de 15.66, 16.19, 16.90, 16.52 y 16.39 °C respectivamente, teniendo un promedio total de las pozas de  $16.33 \pm 0.41$  °C, los mismos que se pueden observar en la Tabla 9.

**Tabla 9. Temperaturas de las pozas registradas en forma de “X”**

Pozas	Temperatura (°C)	Mínima	Máxima
	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS
1	15.65 $\pm$ 0.70 a	11.60 $\pm$ 1.38 a	21.08 $\pm$ 1.26 a
2	16.19 $\pm$ 0.67 a	12.66 $\pm$ 0.99 a	21.47 $\pm$ 1.71 a
3	16.90 $\pm$ 0.66 a	13.56 $\pm$ 0.90 a	21.80 $\pm$ 1.57 a
4	16.52 $\pm$ 0.55 a	14.14 $\pm$ 0.65 a	21.48 $\pm$ 1.49 a
5	16.39 $\pm$ 0.67 a	14.07 $\pm$ 0.71 a	21.30 $\pm$ 1.73 a

Leyenda: DS = Desviación estándar. Letras iguales en la misma columna implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ )

El análisis de normalidad nos indica que los valores se distribuyeron de forma normal, con un p valor de 0.9328. Por otro lado, el análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre los valores de temperatura ( $P > 0.05$ ).

La temperatura promedio en las pozas mediante la metodología tomada en fila estuvo entre los 16 °C y los 18 °C, la temperatura mínima estuvo entre los 11 °C y los 15 °C, y la temperatura máxima entre los 21°C y los 22 °C. No se registraron diferencias significativas en cuanto al promedio de temperatura en fila ( $P > 0.05$ ), los mismos que se pueden observar en la Tabla 10.

### 5.2.2. EVALUACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA (HR)

Los registros de humedad relativa, realizados a nivel de pozas, fueron de dos formas:

1. Humedad relativa en las pozas en forma de “X”
2. Humedad relativa en pozas en forma de fila

La humedad relativa en las pozas 1, 2, 3, 4, y 5 en forma de “X”, tuvieron un promedio de 55.53, 54.13, 54.35, 55.44 y 55.03%, respectivamente, teniendo un promedio total de

las pozas de  $54.90 \pm 0.57\%$ , los mismos que se pueden observar en la Tabla 11.

**Tabla 10. Temperaturas en las pozas registradas con metodología en fila**

Pozas	Temperatura (°C)	Mínima	Máxima
	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS
1	$16.77 \pm 0.87$ a	$12.13 \pm 1.90$	$21.38 \pm 0.79$
2	$16.63 \pm 0.46$ a	$11.30 \pm 1.04$	$21.37 \pm 0.65$
3	$17.38 \pm 0.97$ a	$13.58 \pm 1.79$	$22.03 \pm 0.01$
4	$18.19 \pm 0.43$ a	$15.43 \pm 0.62$	$21.43 \pm 0.85$
5	$17.81 \pm 0.48$ a	$15.13 \pm 1.15$	$21.23 \pm 0.95$

**Leyenda:** DS = Desviación estándar. Letras iguales en la misma columna implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ )

El promedio de humedad relativa fue más estable entre las pozas, producto del análisis inicial de normalidad se observó que los datos no tenían distribución normal, por esta razón se empleó la prueba de Kruskal-wallis, no existieron diferencias significativas entre la humedad relativa de las pozas ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 11. Humedad relativa (%) en pozas registradas en forma de “X”**

Pozas	HR (%)	Mínima	Máxima
	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS
1	$55.53 \pm 5.05$ a	$35.93 \pm 6.57$	$69.18 \pm 5.65$
2	$54.13 \pm 5.26$ a	$30.38 \pm 5.85$	$70.50 \pm 5.08$
3	$54.35 \pm 4.60$ a	$32.92 \pm 6.56$	$69.01 \pm 8.15$
4	$55.44 \pm 4.73$ a	$33.04 \pm 6.49$	$66.79 \pm 4.37$
5	$55.03 \pm 4.99$ a	$34.09 \pm 6.73$	$67.59 \pm 7.22$

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, HR = Humedad relativa. Letras iguales en la misma columna implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ )

La humedad relativa en las pozas 1, 2, 3, 4 y 5 en fila, tuvieron un promedio de 55.42, 56.21, 80.69, 57.88 y 64.84% respectivamente, teniendo un promedio total de las pozas de  $63.41 \pm 9.19\%$ , los mismos que se pueden observar en la Tabla 12.

**Tabla 12. Humedad relativa (%) en pozas registradas en fila**

Poza	HR (%)	Mínima	Máxima
	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS	Promedio $\pm$ DS
1	55.42 $\pm$ 4.62 a	35.38 $\pm$ 5.88	76.70 $\pm$ 15.37
2	58.21 $\pm$ 6.17 a	38.10 $\pm$ 6.52	78.77 $\pm$ 17.12
3	80.69 $\pm$ 17.72 a	50.95 $\pm$ 14.81	92.43 $\pm$ 14.95
4	57.88 $\pm$ 2.52 a	37.03 $\pm$ 3.53	70.63 $\pm$ 2.50
5	64.84 $\pm$ 17.18 a	50.32 $\pm$ 29.88	91.30 $\pm$ 17.20

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, HR = Humedad relativa Letras iguales en la misma columna implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ )

El promedio de humedad fue más estable entre las pozas, producto del análisis inicial de normalidad se observó que los datos no tenían distribución normal, por esta razón se empleó la prueba de Kruskal-Wallis, así no habiendo diferencias significativas entre la humedad relativa de las pozas ( $P > 0.05$ ), lo que quiere decir que no existieron diferencias significativas

### 5.2.3. EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH)

Los valores de Índice de Temperatura-Humedad registrados en el galpón de crianza de cuyes del Centro Agronómico de K'ayra, que tienen influencia sobre el confort térmico de los cuyes, se indican en las pozas 1, 2, 3, 4 y 5.

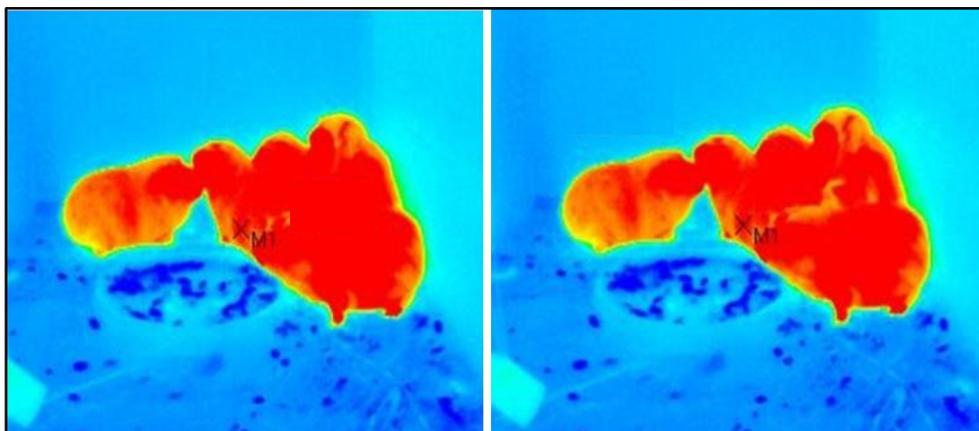
**Tabla 13. Índice de Temperatura-Humedad medidas las pozas**

Poza	ITH Promedio $\pm$ DS
1	72.54 $\pm$ 2.26
2	73.67 $\pm$ 4.62
3	72.15 $\pm$ 2.64
4	73.67 $\pm$ 4.25
5	73.55 $\pm$ 2.59

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, ITH = Índice de Temperatura-Humedad

En relación con lo anterior, en la Figura 4, se pueden observar las imágenes térmicas

tomadas a los cuyes en cada una de las pozas, junto con su valor de temperatura corporal.



**Figura 4. Temperatura corporal de los cuyes**

#### 5.2.4. EVALUACIÓN DE VENTILACIÓN

La evaluación de ventilación se realizó mediante el cálculo de velocidad del aire (m/s) en los puntos de ventilación del galpón, consistente en ventanas y claraboyas. La velocidad del aire en las ventanas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 fueron  $3.51 \pm 0.20$  m/s,  $3.48 \pm 0.24$  m/s,  $3.50 \pm 0.19$  m/s,  $3.49 \pm 0.19$  m/s,  $3.52 \pm 0.25$  m/s y  $3.45 \pm 0.53$  m/s, respectivamente, como se observa en la Tabla 14.

**Tabla 14. Velocidad de aire (m/s) en las ventanas**

Valores	Ventanas					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<b>Promedio</b>	3.51 a	3.48 a	3.50 a	3.49 a	3.52 a	3.45 a
<b>± DS</b>	± 0.20	± 0.24	± 0.19	± 0.19	± 0.25	± 0.53

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, V = ventanas. Letras iguales en la misma fila implican similitudes estadísticas ( $P > 0.05$ ).

El promedio de velocidad de aire en cada una de las ventanas fue similar, situándose entre 3.45 y 3.52 m/s, con poca varianza lo que quiere decir que a lo largo de los días el viento fue constante, durante los 45 días de muestreo correspondientes a los meses de

octubre y noviembre del 2020.

**Tabla 15. Velocidad del viento en las claraboyas**

<b>Valores</b>	<b>Claraboya 1 (m/seg)</b>	<b>Claraboya 2 (m/seg)</b>
<b>Promedio</b>	3.51	4.21
<b>± DS</b>	± 0.21	± 0.20

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, m/seg = metros sobre segundos

Con los resultados obtenidos se puede decir que las actuales condiciones de temperatura, humedad relativa y ventilación (velocidad del aire) en el galpón de crianza del Centro Agronómico de K'ayra, son adecuadas para proporcionar un ambiente de confort en las pozas de cuyes aunque algunas variables no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la bibliografía, lo cual puede afectar posteriormente a los cuyes produciendo alguna enfermedad.

### **5.3. EMISIÓN DE GASES DE AMONIACO, METANO Y DIÓXIDO DE CARBONO AL INTERIOR DEL GALPÓN**

La medición de la emisión de gases dentro del galpón, fueron amoniaco (NH<sub>3</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Los valores encontrados fueron 11,379 ppm ± 3,858 ppm; 5,716 ± 6,541 ppm y 630,878 ± 188,875 ppm, para amoniaco, metano y dióxido de carbono, respectivamente. En el caso del dióxido de carbono, la varianza es sumamente alta debido a que los valores fueron muy variables entre los días, partiendo de valores que iban desde las 400 ppm hasta por encima de las 1,000 ppm. Lo mismo ocurrió en el caso del metano, aunque su varianza no fue tan alta, igualmente los valores fueron sumamente variables a lo largo de los días, lo que se observa en la Tabla 16.

En la Tabla 17 se muestran valores de concentración de gases en las cinco pozas que fueron objeto de evaluación. El análisis de Kruskal-Wallis arrojó que no existen diferencias significativas entre los valores de metano en las pozas, valores de dióxido de carbono en las pozas, valores de amoniaco en las pozas (P>0.05).

**Tabla 16. Promedio de valores de gases obtenidos durante el muestreo**

Valores	Emisión de gases		
	NH3	CH4	CO2
Promedio	11.37	5.716	630.878
± DS	± 3.86	± 6.54	± 188.88

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, NH3 = amoniaco, CH4 = metano, CO2 = dióxido de carbono.

**Tabla 17. Valores promedios y desviación estándar de gases evaluados en las pozas**

GAS		Poza 1	Poza 2	Poza 3	Poza 4	Poza 5
CO2 (pmm)	Media	439.62 a	577.40 a	643.53 a	686.16 a	509.64 a
	±DS	± 190.49	± 169.08	±159.52	±149.34	±195.17
CH4	Media	4.53 a	3.73 a	5.83 a	8.02 a	6.60 a
	±DS	± 5.08	± 4.26	± 6.51	± 9.52	± 7.09
NH3 (pmm)	Media	11.379 a	11.465 a	12.267 a	11.389 a	12.345 a
	± DS	± 3.858	± 4.678	± 3.876	± 3.698	± 4.678

**Leyenda:** DS = Desviación estándar, NH3 = amoniaco, CH4 = metano, CO2 = dióxido de carbono.

Letras iguales en la misma fila implican similitudes estadísticas (P>0.05)

## 5.4. PROPUESTA DE MEJORAS EN LAS CONDICIONES MEDIO AMBIENTALES DE LOS GALPONES DE CUYES

### 5.4.1. MEJORAMIENTO DEL PISO

El galpón de cuyes del Centro Agronómico de K'ayra, posee un piso de tierra el mismo que no está muy bien apisonado, por lo que constantemente hay desprendimiento de tierra y polvo. Consideramos que esto se puede mejorar utilizando ladrillos o un sistema de piso apisonado con una mezcla de cemento y cal.

### 5.4.2. CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y VENTILACIÓN

Para el caso de la temperatura y la humedad, la propuesta sería la colocación de un

sistema automatizado que permita medir y controlar la temperatura-humedad para que esta no tenga mucha variación y además se encuentre dentro de los rangos aceptados para la cría de cuyes. El sistema automatizado de temperatura-humedad funcionaría mediante la obtención de ambas variables del ambiente a través de sensores, ya sean analógicos o digitales, este valor pasaría a un sistema de control el cual tomaría la decisión de activar o desactivar automáticamente algún mecanismo que controle ambas variables, sea un calefactor, ventilador o extractor. Esto funcionaría de la misma forma en que lo hace un refrigerador al intentar mantener la temperatura constante o un horno eléctrico. Como se dijo anteriormente, la temperatura y la humedad van de la mano, de manera que, al implementar un sistema de control para la temperatura a su vez se puede controlar la humedad.

#### **5.4.3. CONTROL DE VENTILACIÓN**

La ventilación podría mejorarse, con un diseño de ventanas, que permita que la presencia de vientos o velocidad de aire ingrese al galpón en forma indirecta, de tal suerte se evite golpes fuertes de enfriamientos.

#### **5.4.4. CONTROL DE EMISIÓN DE GASES**

Finalmente, en relación a la emisión de gases, a pesar de que en el caso del dióxido de carbono y el metano, estos no tuvieron concentraciones altas, el amoníaco sí estuvo ligeramente por encima de los valores normales para evitar enfermedades respiratorias. Dentro de las medidas que permiten tener los niveles de amoníaco estables dentro de los galpones es el manejo de la dieta, el sistema digestivo, la limpieza y desinfección, así como el control de la temperatura y una correcta ventilación, esta última puede ser automática o natural, para reducir costo podría alternarse entre ambas.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. TEMPERATURA

La temperatura es una variable sumamente importante durante la cría de cuyes debido a que los cuyes no tienen la capacidad de sudar, una característica que permite la regulación de la temperatura, al carecer de ella, es necesario que las instalaciones donde se críen tengan una ventilación suficiente y una temperatura adecuada, la cual debe rondar entre los 18° C a los 22 °C (Vivas y Carballo, 2013).

Para Chauca (1997), la temperatura óptima para la cría de cuyes debe ser de 18 a 24°C. Ya que temperaturas por encima de los 34° C pueden provocar complicaciones durante su desarrollo, como, la postración, la disminución del consumo de alimento, la disminución de la tasa de natalidad y abortos, aumento de la mortalidad y estrés calórico (Vivas y Carballo, 2013). La temperatura del galpón fue de 15.75 °C a 21.80 °C, el cual está dentro del temperatura optima.

Esta baja de temperatura por condiciones inadecuadas ha sido reportada antes, Wilber y Robinson (2019) indicaron que, cuando los cuyes fueron expuestos por periodo de tiempo de 230 minutos a 0 °C, su temperatura fue descendiendo poco a poco, en los que estaban libres bajó unos 4 °C y en los que estaban atados bajó drásticamente 18 °C, esto porque no podían formar grupos. Los cuyes de nuestro estudio están expuestos continuamente a temperaturas por debajo de lo que indica la bibliografía y, aunque algunos lograron alcanzar los 30 °C, probablemente con un gran gasto de energía, lo cierto es que, la mayoría no posee una temperatura adecuada y a la larga podrían presentar enfermedades respiratorias. Obtenidos estos valores se puede decir que en el caso de la tercera hipótesis “al evaluar los principales factores ambientales en el galpón de crianza del centro agronómico de K’ayra, ¿Cuáles de estos tendrán influencia estadísticamente significativas sobre el confort térmico de las pozas de cuyes?”, las variables que tienen influencia sobre confort térmico de los cuyes son la temperatura y la humedad, ambas con valores no aptos para la cría de cuyes, razón por la cual el índice de temperatura-humedad dio muy por encima del valor para la condición normal, el cual es <70.

## 6.2. HUMEDAD

Junto con la temperatura, la humedad relativa es otra de las variables clave a la hora de criar cuyes, esta debe encontrarse en un rango de 65 – 80% (Montes, 2012) de lo contrario pueden desencadenarse enfermedades respiratorias de tipo neumónico, entre otras (Arias y Araujo, 2013). Para nuestro estudio la humedad relativa y la humedad relativa mínima estuvo por debajo del valor requerido en la mayoría de los casos. Comenzando por la humedad medida en equis, en las cinco pozas, el valor estuvo por debajo de 60% en el caso de la humedad promedio y se encontró muy por debajo en el caso de la humedad mínima promedio. En el caso de la humedad relativa medida en fila, en su mayoría la humedad relativa y la humedad relativa mínima estuvieron dentro de los valores reportados en otros estudios, además de eso, se puede observar, pero fueron variables dentro las pozas dada su desviación estándar y el promedio general por poza observada, durante el periodo de estudio. Sin embargo, la media de estos es algo elevada lo que podría generar problemas sanitarios, en tal sentido Puentes *et al.*, (1996) estudiaron efecto de la temperatura y humedad relativa en el comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*) en las fases de levante y engorde y obtuvieron que el mayor incremento de peso se dio a una temperatura de 25 °C y una humedad relativa de 63 °C.

Arias y Araujo (2013) en su estudio “Control automatizado de temperatura y humedad con plataforma labview para prevenir enfermedades respiratorias en la crianza de cuyes en el distrito de Vilca”, obtuvo que en el tratamiento con la temperatura de 13.5 °C y una humedad relativa de 39.4%, el 73.33% de los cuyes presentaron infecciones respiratorias con mayor incidencia de infecciones agudas.

Rojas (2019) en su estudio “Efecto de la temperatura en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*)” obtuvo que el consumo de alimento disminuye en relación con la temperatura, encontró que el consumo a 25° C fue superior al consumo a 35° C, siendo esta última una temperatura no óptima para el engorde de cuyes.

## 6.3. ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH) Y CONFORT TÉRMICO

Para el caso de estudio, el promedio del índice de Temperatura-Humedad en las cinco pozas estuvo por encima de los 72, por lo tanto, los cuyes no se encuentran en confort

térmico. Se puede observar los valores del ITH, y al compararlo con nuestros resultados se aprecia como el índice estuvo por encima del valor de emergencia. Este resultado era de esperarse puesto que la temperatura y la humedad no se encuentran dentro de los valores óptimos reportados en la bibliografía. Cuando los valores están por encima del valor normal, los animales utilizan su energía para mantener la homeostasis en rangos adecuados, lo que puede llevar a efectos negativos en su productividad (Habeeb *et al.*, 2018; Dimov *et al.*, 2020). Olivares *et al.*, (2013), reportaron valores diarios del ITH ubicados en la condición de peligro y esto provocaba que aumentara la mortalidad por estrés en las aves, recomendaron para este recinto tomar precauciones y mejorar su sistema de crianza. Jahuira *et al.* (2022) en su estudio donde realizaron un análisis del índice de temperatura- humedad sobre la mortalidad y el peso corporal de cuyes (*Cavia porcellus*) de la línea sintética en Moquegua, Perú, reportaron que los casos en los que había más mortalidad de cuyes era en aquellos donde el índice de temperatura-humedad estaba por encima de 72, generando en los cuyes situaciones de estrés térmico, también demostraron que existe un incremento de peso en los cuyes siempre que el índice de temperatura humedad está en menos de 72. Los vientos suaves y moderados nos ayudan a sacar estos gases del galpón y a mantener una temperatura entre los 18 °C y 22 °C y una humedad relativa cercana al 60%, parámetros ideales para la cría de cuyes. En el caso de que las fachadas laterales deban orientarse de oriente a occidente y de esa dirección provengan los vientos, conviene entonces, sembrar barreras rompevientos que disminuyan su velocidad (Gutiérrez, 2017).

Se pudo observar en el caso de los resultados de los gases que estos fueron muy variables a lo largo del tiempo de medición e incluso el valor de amoniaco está ligeramente por encima de algunos reportes, esto puede deberse a que, aunque hay una ventilación suave, esta no es suficiente para mantener los valores de los gases en concentraciones relativamente constantes. Sumado a esto, los valores entre las pozas no son similares, ni de gases, ni de temperatura y humedad, lo que podría estar relacionado con una pobre ventilación.

#### **6.4. CONCENTRACIÓN DE GASES**

Cada galpón donde se crían animales es un microambiente debido a que en ellos se

genera calor, humedad, partículas volátiles y por supuesto, gases. Los gases en concentraciones muy altas son sumamente nocivos para los animales (Cuesta, 2021). Comenzando con el amoniaco, de acuerdo con Kristensen y Wathes (2000), a partir de 10 ppm este gas ya comienza a hacer efecto en los animales de cría. Para nuestro estudio, el amoniaco estuvo ligeramente por encima de este valor, con un promedio de 11.38 ppm, lo que podría indicar que puede que los cuyes estén presentando lesiones en la superficie pulmonar. Otros autores indican que los efectos negativos se comienzan a ver por encima de los 15 ppm (Urbain, 1997) y para otros, incluso por encima de los 7 ppm ya genera efectos negativos en los animales (Donham, 1991). Son pocos los estudios que relacionan los efectos del amoniaco en la salud de los cuyes, sin embargo, existe registro de sus efectos en la cría de otros animales, por ejemplo, Gutierrez y Hilarion, (2016) obtuvieron que, los cerdos en los que no se utilizó neutralizante de amoniaco en las instalaciones consumieron menos alimento que en aquellos que se utilizó. Por otro lado, Karimi (2018) en su estudio acerca de cómo controlar la producción de amoniaco en las granjas avícolas indica que el aumento considerable de amoniaco afecta la salud y la productividad de los pollos ya que este tiene un factor de estrés oxidativo y provoca inflamación lo que a su vez afecta el metabolismo energético y produce apoptosis celular en el sistema digestivo. En relación al dióxido de carbono, el valor promedio fue de 630.87 ppm, sin embargo, es un valor con una alta variabilidad. Al igual que en el caso del amoniaco, no existe suficiente bibliografía que documente las concentraciones peligrosas para los cuyes. Aun así, en el caso de otros animales de granja, las concentraciones de dióxido de carbono no deben sobrepasar los 2.50 ppm (Hulzebosch, 2016). Valores elevados de este gas se ha reportado que pueden tener efectos contraproducentes en la salud de los animales, como, por ejemplo, pérdida de sensibilidad, de conciencia, disnea y, finalmente, la muerte (Instituto para la salud medioambiental, 2018).

## VII. CONCLUSIONES

La estructura física del galpón se encuentra en condiciones adecuadas, a excepción de la altura del galpón siendo 0.40 m, la cual está ligeramente por encima de los requerimientos y la ausencia de arpilleras en las noches.

La temperatura promedio en el galpón presenta mucha variación, estando la mínima entre los 13 °C, la normal entre los 16 -18 °C y la máxima por encima de los 23 °C.

La humedad relativa fue de 55.42 a 80.69 esto está relacionada con la temperatura, la cual resultó ser muy variable y relativamente alta, lo que tiene impacto en el índice de temperatura humedad

.El amoníaco se encuentra ligeramente por encima del valor normal por lo que podría estar generando daños en la superficie pulmonar de los cuyes. Por otro lado, el metano y el dióxido de carbono fueron muy variables a lo largo del muestreo.

La ventilación en el galpón es ligera, no es suficiente para mantener una temperatura-humedad adecuada ni para disipar los gases constantes dentro del recinto, lo que podría tener relación con los valores altos de gases hallados en algunas etapas de evaluación.

Los valores de temperatura y humedad entre las pozas, son elevados y por tanto no son óptimos, lo que podría estar relacionado con una pobre ventilación del recinto.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Evaluar por un periodo prolongado de tiempo, de manera que se puedan reportar datos entre diferentes estaciones del año, de manera que se tenga información de comportamiento ambiental y confort animal en las diferentes estaciones.

Realizar las mediciones con más de un dispositivo para poder tener duplicados de cada uno de los valores.

Se recomienda utilizar un sistema automatizado que mida las variables temperatura, humedad y gases y que los controle a través de dispositivos como ventiladores o extractores, de esta manera la salud de los cuyes no se vería comprometida a lo largo del tiempo.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Aliaga, L. 1996. Crianza de cuyes (1st ed., Vol. 1). INIA.

Arias, E; Araujo, M. 2013. Control automatizado de temperatura y humedad con plataforma labview para prevenir enfermedades respiratorias en la crianza de cuyes en el Distrito de Vilca.

Benavides, G. 1985. Criador de cuyes. <https://hdl.handle.net/11404/1624>

Benito, L. 2008. Evaluación de la suplementación de la vitamina C estabilizadas en dietas peletizadas de inicio y crecimiento de cuyes mejorados (*cavia porcellus*). [Magister].

Cabrera, A. 2006. Los Roedoresvidae. Universidad de Buenos Aires.

Castro, H. 2002. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. . <http://www.bensoninstitute.org>

Chauca, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Estudio FAO producción y sanidad animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Chauca, L. 2005. Informe final – subproyecto: generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad, convenio INIA – INCA AGRO 2002 – 04.

Chauca, L. 2007. Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/53092/1/la07058.pdf>.

Chauca, L. 2020. Manual de crianza de cuyes. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1077>

Chauca, L; Higaonna, R; Muscari, J. 2008. Efecto de la temperatura ambiente sobre la performance de cuyes en lactación.

Cuesta, R. 2021. Efectos del amoníaco ( $\text{nh}_3$ ) sobre la salud y el rendimiento productivo en pollos de engorde [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO].

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9420/E-UTB-FACIAG-MVZ-000040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dimov, D; Penev, T; Marinov, I. 2020. Temperature-humidity index – an indicator for prediction of heat stress in dairy cows. *Veterinarija Ir Zootechnika*, 78(100), 10–15. <https://vetzoo.lsmuni.lt/data/vols/2020/78/en/dimov.pdf>

Donham, K. 1991. Association of environmental air contaminants with disease and productivity in swine. *American Journal of Veterinary Research*, 52(10), 1723–1730.

Ferrarase, E. (2003). Capacitación en bienestar animal. <http://www.senasa.gov.ar/documentos/cursos/>

Gutierrez, J; Hilarion, O. (2016). Efecto de la adición de un neutralizante de amoníaco sobre los parámetros productivos de cerdos en etapa de levante. Universidad de La Salle

Gutierrez, N. (2017). Criador de Curies. [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1167/CURICULTURA\\_001.pdf;jsessionid=A6BF099E95616E8647DFAAA305C07A5A?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1167/CURICULTURA_001.pdf;jsessionid=A6BF099E95616E8647DFAAA305C07A5A?sequence=1)

Habeeb, A; Gad, A; Atta, M. 2018. Temperature-Humidity Indices as Indicators to Heat Stress of Climatic Conditions with Relation to Production and Reproduction of Farm Animals. *International Journal of Biotechnology and Recent Advances*, 1(1), 35–50. <https://doi.org/10.18689/ijbr-1000107>

Huaquisto R., E. 2005. Criterios básicos de diseño rural. <https://es.scribd.com/document/465189529/SESSION-1-Criterios-basicos-de-diseno>

Hulzebosch, J. 2016. Lo que hay que saber del control ambiental en avicultura. <https://avicultura.com/lo-que-hay-que-saber-del-control-ambiental-en-avicultura/> Instituto para la salud medioambiental. (2018). Dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

Jahaira, M; Arias, J; Diaz, F; Chauca, L. 2022. Análisis del índice de temperatura-humedad sobre la mortalidad y el peso corporal de cuyes (*Cavia porcellus*) de la línea sintética en Moquegua, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2), 17.

Kajjak, N. 2015. Crianza tecnificada de cuyes (1st ed., Vol. 1). INIA.

[https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/144/1/Crianza\\_cuyes\\_2015.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/144/1/Crianza_cuyes_2015.pdf)

Kraimi, M. 2018. 5 consejos para el manejo exitoso de los niveles de amoníaco en las casetas. <https://www2.biomin.net/es/articulos/5-consejos-para-el-manejo-exitoso-de-los-niveles-de-amoniaco-en-las-casetas/>

Kristensen, H; Wathes, C. 2000. Ammonia and poultry welfare: a review. *World's Poultry Science Journal*, 56(3), 235–245.

Mancera, M; Roffé, I; Rivas, M; Galbis, J. (2003). New derivatives of D-mannaric and galactaric acids. Synthesis of a new stereoregular Nylon 66 analog from 61 carbohydrate-based monomers having the D-manno configuration. *PubMed*, 1115–1119.

MEJOCUY. 2004. Aspectos generales de la crianza de cuy en Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Bolivia.

Ministerio de Agricultura, G. A. y P. 2015. Manual de crianza y producción de cuyes con estándares de calidad. <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Manual-para-la-crianza-del-cuy.pdf>

Montes, T. 2012. Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/015-a-crianza-tecnificada.pdf>

Moreno A. 1989. Producción de cuyes (Segunda edición, Vol. 1). Departamento de Producción Animal de La Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ocaña, D; Sánchez, C. 2010. Condiciones medio ambientales en la crianza de cuyes [Pregrado]. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Olivares, B; Guevara, E; Oliveros, Y; López, L. 2013. Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 209–223. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v31n3/art04.pdf>

Pereira, A; Angelocci, L; Sentelhas, P. (2002). Agrometeorologia. Fundamentos e Aplicações Práticas. Livraria e Editora Agropecuária.

Pork. 2018. Manual de cuidado de los cerdos. <http://porkcdn.s3.amazonaws.com/sites/all/files/documents/PorkStore/03092.pdf>

Puentes, G; Vicuña, L; Delgado, M. 1996. Efecto de la temperatura y humedad relativa en el comportamiento productivo del Cuy (*Cavia porcellus*) en las fases de levante y engorde. Revista de Ciencias agrícolas. Revista de Ciencias Agrícolas.14, 7–23. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1161>

Pulgar, V. 2002. El Curí o Cuy.

Rivera, J. 2012. Cadena productiva de cuyes. Obtenido de Instalaciones para cuyes. <http://pascoaldia-revista-crecer.blogspot.pe/>.

Rojas, J. 2012. Efecto de la temperatura en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Perú.

Rojas, J. 2019. Efecto de la temperatura en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS].

[http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4082/253T20190240\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4082/253T20190240_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

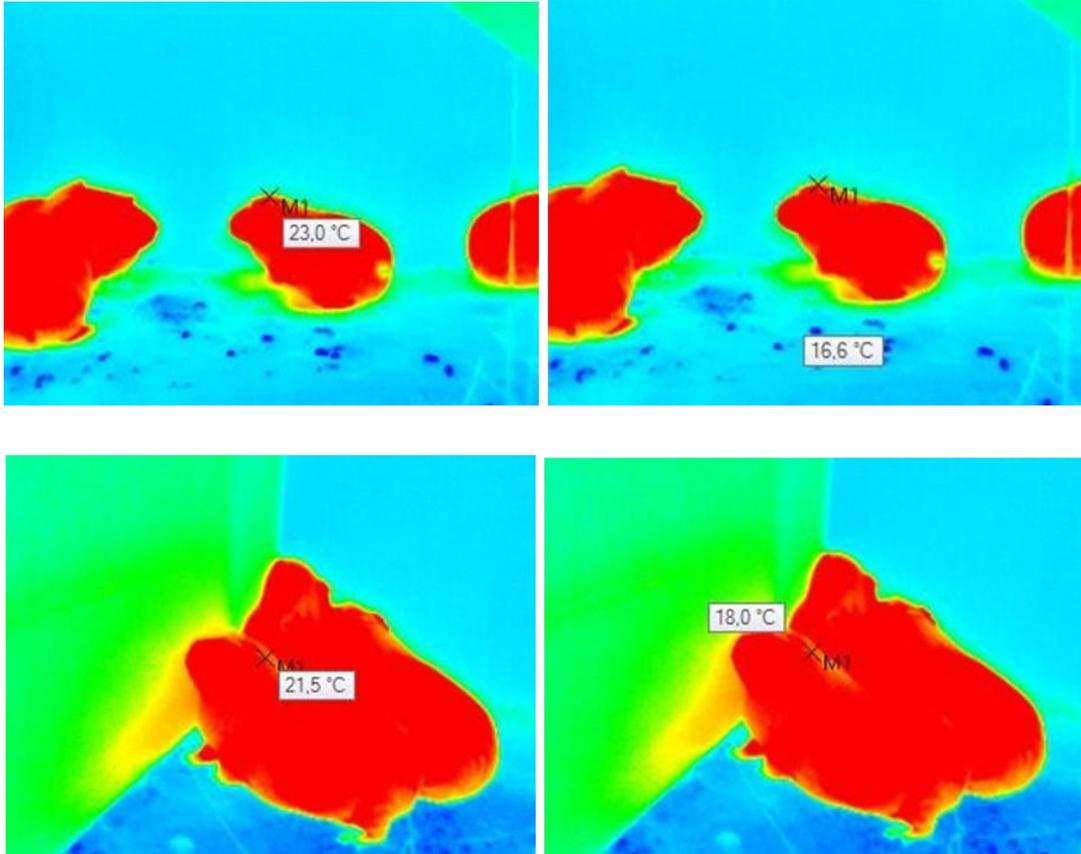
Torres, S. 2002. Manual agropecuario tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente.

Uninotas. 2017. Humedad relativa. <https://www.uninotas.net/factores-que-afectan-la-humedad-relativa/>

Vivas, J; Carballo, D. (2013). Especies alternativas : manual de Crianza de cobayos (*Cavia porcellus*) (1st ed., Vol. 1). Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>

# ANEXOS

## Anexo 1. Temperatura reflectante de los cuyes en pozas



## Anexo 2. Temperatura corporal de los cuyes por pozas

	
A. Pozas	B. Ventanas
	
C. Anemómetro manual de flujo de aire	D. Registrando la velocidad del viento en una ventana del galpón
	
E. Colocando el data logger en la poza del galpón de cuyes.	F. Descargando datos de temperatura y humedad de la data logger utilizando software Testo 174h

### Anexo 3. Valores de temperatura medidos en ventana

	Ventana	Ventana	Ventana	Ventana	Ventana	Ventana
	1	2	3	4	5	6
Fecha	t°	t°	t°	t°	t°	t°
13/10/2020	19,6	19,6	19,6	19,3	19,6	19,6
14/10/2020	20,8	20,9	20,8	20,3	20,8	20,7
15/10/2020	16,1	16,1	16,1	16,0	16,0	16,1
16/10/2020	18,5	18,7	18,8	18,9	18,9	19,0
17/10/2020	18,8	19,4	20,0	19,8	20,2	20,5
18/10/2020	18,2	18,5	18,0	18,0	19,8	20,1
19/10/2020	16,7	16,8	16,9	16,8	16,9	16,9
20/10/2020	16,5	16,6	16,7	16,7	16,8	16,8
21/10/2020	15,9	16,0	16,5	16,0	16,9	16,2
22/10/2020	17,7	17,8	17,1	18,2	18,3	18,3
23/10/2020	16,1	17,2	17,4	17,4	17,7	17,9
24/10/2020	20,3	20,3	20,2	20,4	20,4	20,4
25/10/2020	16,0	16,1	16,3	16,2	16,5	16,6
26/10/2020	19,3	19,5	19,6	19,5	19,6	19,6
27/10/2020	26,6	26,5	25,9	25,5	25,2	25,0
28/10/2020	17,5	17,8	17,8	17,8	18,8	17,9
29/10/2020	16,6	16,8	16,9	17,0	17,2	17,3
30/10/2020	17,2	17,3	17,3	17,5	17,6	17,7
31/10/2020	20,7	20,8	20,9	20,9	20,1	20,9
01/11/2020	18,2	18,4	18,6	19,1	19,4	19,8
02/11/2020	17,2	17,3	17,4	17,4	17,6	17,7
03/11/2020	18,4	18,4	18,5	18,5	18,5	18,5
04/11/2020	18,6	18,7	18,8	18,8	18,9	18,9
05/11/2020	18,0	18,1	18,1	18,2	18,3	18,5
06/11/2020	18,4	18,6	18,7	19,1	19,1	19,1
07/11/2020	17,6	17,8	17,8	17,8	17,9	18,1

---

08/11/2020	15,2	15,2	15,2	15,3	15,3	15,4
09/11/2020	17,5	17,6	17,7	17,8	18,1	18,1
10/11/2020	19,1	19,2	19,2	19,3	19,3	19,3
11/11/2020	18,3	18,4	18,4	18,5	18,6	18,6
12/11/2020	19,6	19,8	20,1	20,2	20,3	20,4
13/11/2020	18,3	17,6	17,8	17,8	17,8	17,9
14/11/2020	19,6	18,8	18,9	18,9	19,0	19,0
15/11/2020	17,5	18,1	18,1	18,1	18,2	18,3
16/11/2020	18,3	20,6	20,6	21,3	21,3	21,3
17/11/2020	18,0	19,6	19,7	19,7	19,8	19,8
18/11/2020	20,4	18,1	18,1	18,1	18,2	18,3
19/11/2020	19,6	18,2	19,1	18,1	18,1	18,2
20/11/2020	18,0	18,1	18,1	18,3	18,3	18,4
21/11/2020	17,3	17,6	18,0	18,3	18,4	18,5
22/11/2020	18,4	18,4	18,5	18,6	18,8	18,9
23/11/2020	19,0	19,1	19,1	19,3	19,4	19,5
24/11/2020	17,1	17,2	17,2	17,4	17,6	17,7
25/11/2020	19,3	19,2	19,6	19,7	20	20,1

---

#### Anexo 4. Valores de velocidad del viento medidos en ventana

	Ventana 1 (m/s)	Ventana 2 (m/s)	Ventana 3 (m/s)	Ventana 4 (m/s)	Ventana 5 (m/s)	Ventana 6 (m/s)
13/10/2020	3,31	3,36	3,36	3,27	3,29	3,32
14/10/2020	3,43	3,43	3,42	3,42	3,40	3,39
15/10/2020	3,40	3,45	3,43	3,48	3,41	3,46
16/10/2020	3,70	3,64	3,65	3,69	3,66	3,67
17/10/2020	3,67	3,20	3,57	3,60	3,60	3,59
18/10/2020	3,50	3,52	3,53	3,55	3,54	3,50
19/10/2020	3,59	3,58	3,57	3,63	3,61	3,64
20/10/2020	3,62	3,64	3,63	3,49	4,57	4,69
21/10/2020	3,45	3,40	3,50	3,40	3,69	0,47
22/10/2020	3,67	3,61	3,66	3,65	3,58	3,65
23/10/2020	3,57	3,40	3,39	3,35	3,38	3,37
24/10/2020	3,77	3,79	3,65	3,77	3,70	3,72
25/10/2020	3,62	3,50	3,52	3,50	3,49	3,53
26/10/2020	3,75	3,71	3,70	3,64	3,70	3,65
27/10/2020	2,46	2,11	2,42	2,50	2,45	2,50
28/10/2020	3,59	3,69	3,58	3,67	3,63	3,58
29/10/2020	3,65	3,56	3,58	3,67	3,64	3,70
30/10/2020	3,59	3,48	3,39	3,38	3,39	3,43
31/10/2020	3,72	3,68	3,65	3,64	3,58	3,50
01/11/2020	3,46	3,45	3,50	3,50	3,46	3,47
02/11/2020	3,35	3,52	3,55	3,56	3,59	3,64
03/11/2020	3,58	3,52	3,56	3,57	3,55	3,45
04/11/2020	3,63	3,63	3,60	3,52	3,58	3,59
05/11/2020	3,64	3,64	3,66	3,63	3,62	3,50
06/11/2020	3,47	3,45	3,40	3,14	3,41	3,36
07/11/2020	3,64	3,56	3,59	3,59	3,58	3,58
08/11/2020	3,57	3,54	3,55	3,56	3,34	3,39

09/11/2020	3,42	3,52	3,40	3,48	3,49	3,55
10/11/2020	3,55	3,59	3,62	3,60	3,58	3,62
11/11/2020	3,63	3,58	3,62	3,61	3,55	3,60
12/11/2020	3,57	3,43	3,45	3,42	3,28	3,32
13/11/2020	3,52	3,53	3,58	3,59	3,59	3,55
14/11/2020	3,54	3,47	3,55	3,43	3,49	3,50
15/11/2020	3,42	3,47	3,50	3,46	3,42	3,52
16/11/2020	3,45	3,35	3,39	3,39	3,37	3,33
17/11/2020	3,40	3,41	3,45	3,38	3,44	3,42
18/11/2020	3,58	3,52	3,58	3,51	3,51	3,57
19/11/2020	3,46	3,53	3,46	3,52	3,49	3,52
20/11/2020	3,45	3,50	3,43	3,48	3,47	3,46
21/11/2020	3,66	3,65	3,67	3,38	3,73	3,59
22/11/2020	3,33	3,34	3,41	3,51	3,5	3,45
23/11/2020	3,52	3,50	3,51	3,42	3,33	3,51
24/11/2020	3,29	3,33	3,34	3,48	3,52	3,48
25/11/2020	3,44	3,42	3,44	3,51	3,46	3,47

### Anexo 5. Valores de temperatura medidos en equis.

Poza	Temperatura promedio	Mínima	Máxima
1	15,89	11,30	19,90
1	15,10	10,00	20,30
1	16,35	12,00	20,40
1	16,57	13,30	21,10
1	15,78	14,00	23,70
1	15,39	11,90	19,90
1	14,84	11,10	22,20
1	14,63	9,90	21,70
1	16,35	10,90	20,50
2	16,53	12,60	20,30
2	15,99	11,50	20,20
2	16,84	12,80	20,40
2	17,10	14,70	20,90
2	15,64	12,60	25,30

2	15,88	13,40	20,40
2	15,44	12,60	22,70
2	15,39	11,40	22,40
2	16,93	12,30	20,60
3	17,29	14,00	21,50
3	16,70	12,20	20,60
3	17,50	12,90	20,50
3	17,85	15,30	21,50
3	16,20	13,50	25,40
3	16,48	14,20	21,00
3	16,17	13,3	23,1
3	16,28	12,90	21,80
3	17,60	13,70	20,80
4	17,17	14,60	21,10
4	16,23	13,10	20,00
4	16,83	13,50	20,10
4	17,20	15,30	20,40
4	15,91	14,10	24,40
4	16,21	14,40	21,90
4	16,03	14,20	22,90
4	15,98	13,70	22,10
4	17,09	14,40	20,40
5	16,73	14,40	19,80
5	16,33	13,60	20,10
5	17,28	14,70	20,40
5	17,40	15,70	20,20
5	15,66	13,70	23,90
5	15,95	14,40	22,20
5	15,78	14,00	23,70
5	15,68	13,30	22,80
5	16,70	14,20	19,60

**Anexo 6. Valores de temperatura medidos en fila.**

Poza	Temperatura	Mínima	Máxima
1	16,90	11,60	21,30
1	16,30	11,80	20,30
1	15,95	10,30	21,80
1	17,93	14,80	22,10
2	17,13	12,00	21,40
2	16,54	11,80	20,70
2	16,22	10,10	22,00

3	17,13	12,00	21,40
3	16,95	13,80	21,00
3	16,64	12,50	22,50
3	18,80	16,00	23,20
4	17,96	14,90	21,10
4	17,81	15,10	20,60
4	18,79	16,3	22,6
5	17,95	15,30	20,80
5	17,74	15,00	20,10
5	17,20	13,70	21,80
5	18,37	16,50	22,20

### Anexo 7. Valores de humedad medidos en equis.

Poza	Humedad	Humedad relativa mínima	Humedad relativa máxima
1	58,202	41,500	69,800
1	52,880	34,500	66,800
1	57,167	45,200	69,000
1	46,558	25,200	62,300
1	52,444	33,300	74,400
1	60,079	38,900	76,300
1	61,224	42,700	71,900
1	60,320	30,100	73,000
1	50,933	32,000	59,100
2	45,463	22,500	77,100
2	52,155	32,000	73,700
2	60,262	35,400	70,500
2	51,660	26,400	75,800
2	56,196	35,800	67,000
2	58,123	24,500	68,200
2	49,590	28,000	61,500
2	59,615	38,400	70,200
3	46,182	22,900	62,300
3	51,087	29,700	68,300
3	52,165	26,900	64,300
3	56,765	37,200	88,600
3	59,671	39,300	70,200
3	57,975	29,400	67,500
3	50,444	30,200	62,100
3	55,781	42,400	65,100

3	59,063	38,300	72,700
4	53,130	29,600	62,700
4	46,843	22,800	61,700
4	53,239	31,900	67,400
4	61,294	38,100	74,000
4	60,500	38,200	71,400
4	58,694	30,300	68,100
4	51,133	27,000	61,900
4	56,610	43,800	64,600
4	57,554	35,700	69,300
5	53,637	29,300	63,300
5	57,763	38,500	81,800
5	59,080	30,700	66,700
5	51,241	32,600	59,300
5	56,551	44,400	63,900
5	46,331	24,600	67,500
5	60,608	38,500	70,600

#### Anexo 8. Valores de humedad medidos en fila.

Poza	Humedad relativa	Humedad relativa mínima	Humedad relativa máxima
1	60,182	44,200	69,900
1	49,327	32,3	65,5
1	57,392	32,500	72,000
1	54,767	32,500	99,400
2	56,120	35,600	70,000
2	65,158	45,500	98,500
2	53,356	33,200	67,800
3	56,120	35,600	70,000
3	96,586	70,600	99,900
3	80,137	45,100	99,900
3	89,925	52,500	99,900
4	55,080	36,500	68,200
4	59,981	40,800	73,200
4	58,573	33,800	70,500
5	55,500	94,980	99,900
5	66,104	35,400	99,900
5	88,415	38,600	99,900
5	49,327	32,300	65,500



## RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN EJECUTIVA Nº16 -2018-FONDECYT-DE

Lima, 02 FEB 2018

### VISTO:

El Memorandum N° 020-2018-FONDECYT-UES de fecha 31 de enero de 2018, emitido por la Unidad de Evaluación y Selección del FONDECYT y el Acta de Reunión N°006 de fecha de 31 enero 2018, emitida por el Comité Técnico del FONDECYT, y; el Informe N°02-2018/FONDECYT/UES/DCRN de fecha 31 de enero de 2018, emitido por la Unidad de Evaluación y Selección de FONDECYT, y;

### CONSIDERANDO:

Que, el Texto Único Ordenado de la Ley N° 28303 - Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica aprobado por Decreto Supremo N° 032-2007-ED y la Ley N° 28613 – Ley del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), establecen que el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC, es el organismo rector del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - SINACYT, encargado de dirigir, fomentar, coordinar, supervisar y evaluar las acciones del Estado en el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica, siendo su Presidente el responsable de la política nacional de CTel;

Que, en el Artículo 16° del mencionado Texto Único Ordenado y la Ley N° 28613, se establece que el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), es una unidad de ejecución presupuestal del CONCYTEC con patrimonio propio y autonomía administrativa y financiera, encargado de captar, gestionar, administrar y canalizar recursos de fuente nacional y extranjera destinados a las actividades del SINACYT en el país;

Que, con fecha 28 de noviembre de 2016, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CONCYTEC y el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica – FONDECYT, suscriben el Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional con el objeto de establecer el marco general de cooperación interinstitucional, pautas y mecanismos que permitan el desarrollo de actividades de cooperación, promoción y financiamiento en materia de ciencia, tecnología e innovación para el fortalecimiento de las capacidades para la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación tecnológica en la Universidad;

Que, el 7 de julio de 2017 se suscribió el Convenio Específico de Cooperación Interinstitucional entre el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CONCYTEC y la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC con la participación del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica –FONDECYT con el objetivo de realizar acciones destinadas a incrementar sustantivamente en la universidad las actividades de investigación científica, tecnológica y de innovación, estableciendo mecanismos de asignación de recursos para estas actividades por méritos, transparente y confiable, enfocados a resultados, de modo que asegure su ejecución exitosa y su difusión, tanto en el ámbito académico como en la Región;

Que, el 15 de septiembre de 2017, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica-CONCYTEC y la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC con la participación del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de



Innovación Tecnológica-FONDECYT, suscriben la Primera Adenda al Convenio Especifico de Cooperación Interinstitucional.

Que, en este contexto, el FONDECYT mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 095-2017-FONDECYT-DE, aprobó el Expediente de la Convocatoria del Esquema Financiero E041-2017-UNSAAC-02 denominado "Proyectos de Investigación" integrado por las bases, el documento de autorización presupuestal emitido por la UNSAAC, el proyecto de contrato, la cartilla de evaluación y la guía de seguimiento y monitoreo y la ficha de postulación en línea;

Que, las Bases que forman parte del expediente señalado en el párrafo precedente, prescriben que el FONDECYT, a través de su Unidad de Evaluación y Selección, es responsable del proceso de evaluación y selección de las propuestas presentadas en la fase de postulación hasta la publicación de los resultados del concurso;

Que, a través del Informe N°02-2018-FONDECYT/UES/DCRN, se recomienda aprobar los resultados de la Convocatoria del Esquema E041-2017-UNSAAC-02 denominado "Proyectos de Investigación";

Que, mediante el Memorándum N° 020-2018-FONDECYT-UES, la responsable de la Unidad de Evaluación y Selección precisa que se cuenta con la conformidad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-UNSAAC respecto a los resultados de la Convocatoria del Esquema Financiero E041-2017-UNSAAC-02 denominado "Proyectos de Investigación", así también remiten el Acta de Reunión N° 006, donde se aprecia que el Comité Técnico del FONDECYT acordó recomendar a la Dirección Ejecutiva del FONDECYT la aprobación de los resultados de Evaluación y Selección del concurso: E041-2017-UNSAAC-02 denominado "Proyectos de Investigación", solicitando la elaboración de la Resolución de aprobación de resultados de la citada Convocatoria;

Con el visado del Responsable de la Unidad de Asesoría Jurídica y la Responsable de la Unidad de Evaluación y Selección de FONDECYT, y;

En uso de las facultades conferidas por la **Resolución de Presidencia N°131-2017-CONCYTEC-P** y la **Resolución de Presidencia N° 010-2015-CONCYTEC-P**, modificada por la Resolución de Presidencia N° 033-2016-CONCYTEC-P;

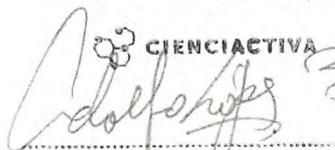
**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- Aprobar** los Resultados de la Convocatoria del Esquema E041-2017-UNSAAC-02 denominado "Proyectos de Investigación", de acuerdo al Anexo que forma parte integrante de la presente Resolución.

**Artículo 2°.- Notificar** copia de la presente Resolución a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC para las acciones de su competencia.

**Artículo 3°.- Disponer** que el Responsable de Transparencia publique la presente resolución en el portal web institucional.

Regístrese y comuníquese.



Adolfo López Bustillo  
Director Ejecutivo (e)

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO,  
TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

