



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa sobre la bioquímica sanguínea en cobayos (*Cavia porcellus*).

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista

AUTOR:

Luis Felipe Cordero Jaramillo

DIRECTOR:

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D.

Loja – Ecuador

2024

Educamos para **Transformar**

Certificación

Loja, 24 de Julio de 2024

Dr. Rodrigo Medardo Abad, Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

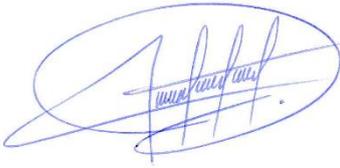
Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa sobre la bioquímica sanguínea en cobayos (*Cavia porcellus*)**, de la autoría del estudiante **Luis Felipe Cordero Jaramillo**, con cédula de identidad Nro.**1104889694** previo a la obtención del Título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.


Dr. Rodrigo Medardo Abad, Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Autoría

Yo, **Luis Felipe Cordero Jaramillo**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1104889694

Fecha: 16 de octubre de 2024

Correo electrónico: luis.cordero@unl.edu.ec

Teléfono: 0984509963

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación

Yo, **Luis Felipe Cordero Jaramillo**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa sobre la bioquímica sanguínea en cobayos (*Cavia porcellus*)** como requisito para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los 12 días del mes de octubre de dos mil veinticuatro.



Firma:

Autor: Luis Felipe Cordero Jaramillo

Cédula: 1104889694

Dirección: Clodoveo Jaramillo Cdla.

Correo electrónico: luis.cordero@unl.edu.ec

Teléfono: 0984509963

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, Ph.D.

Dedicatoria

A mi madre quiero expresar la inmensidad de mi gratitud, me encuentro en un mar de emociones difíciles de describir. Aunque físicamente ya no estás a mi lado, siento tu presencia en cada rincón de mi corazón y en cada recuerdo compartido. Tu amor incondicional ha sido el faro que ha iluminado mi camino, guiándome a través de momentos felices y desafiantes. Cada risa, cada lágrima compartida, y cada consejo sabio son tesoros que atesoro con cariño en lo más profundo de mi ser.

A mi padre Luis Felipe Cordero Alverca, cuyo amor incondicional, sacrificio y apoyo constante fuer la fuerza motriz detrás de cada logro en mi vida. Este trabajo es un reflejo de su dedicación a mi educación y un tributo a la inspiración que han sido para mí.

A mis hermanos, que han sido mis compañeros de vida, su apoyo inquebrantable ha sido mi mayor fortaleza.

Al Dr. Rodrigo Abad, por ser una fuente inagotable de sabiduría, orientación y motivación. Su guía ha sido fundamental en la realización de este trabajo.

A todos aquellos que contribuyeron a mi crecimiento académico y personal, mi eterna gratitud. Este logro no habría sido posible sin la influencia positiva de cada uno de ustedes. Este trabajo está dedicado con amor y agradecimiento a quienes han sido pilares fundamentales en mi vida.

Luis Felipe Cordero Jaramillo

Agradecimiento

Primeramente, quiero agradecer a Dios por permitirme llegar hasta aquí. También quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis a mi director Dr. Rodrigo Abad, por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus valiosas sugerencias y comentarios fueron fundamentales para dar forma y mejorar este trabajo.

Agradezco también a la Universidad Nacional de Loja, por proporcionar los recursos necesarios y el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación.

Quiero expresar mi reconocimiento a mi familia por su apoyo incondicional. Sus palabras de aliento y comprensión fueron mi motivación constante.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que directa o indirectamente contribuyeron a este proyecto, su colaboración fue inestimable.

Este logro no hubiera sido posible sin la ayuda y el respaldo de todas estas personas. A cada uno/a de ustedes, gracias de corazón.

Luis Felipe Cordero Jaramillo

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título.....	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. El Cobayo (<i>Cavia Porcellus</i>).....	6
4.2. Requerimientos Nutricionales	6
4.2.1. <i>Energía</i>	7
4.2.2. <i>Proteína</i>	8
4.3. La Lignocelulosa	9
4.4. Química sanguínea	10

4.4.1.	Glucosa.....	10
4.4.2.	Colesterol.....	11
5.	Metodología.....	12
5.1.	Ubicación.....	12
5.2.	Procedimiento Experimental	12
5.2.1.	Unidades experimentales.....	12
5.2.2.	Dietas Experimentales	12
5.2.3.	Diseño Experimental	14
5.2.5.	Análisis de laboratorio.....	14
6.	Resultados.....	16
7.	Discusión.....	17
8.	Conclusiones.....	19
9.	Recomendaciones.....	20
10.	Bibliografía	21
11.	Anexos.	25

Índice de tablas

Tabla 1. Requerimientos nutricionales en cobayos (Caycedo, 2010).....	7
Tabla 2. Valores referenciales de glucosa y colesterol en cobayos (Benites, 2020)	10
Tabla 3. Composición estructural y química de las dietas experimentales	12
Tabla 4. Reactivos utilizados antes de correr la muestra.....	14
Tabla 5. Contenido de glucosa y colesterol sérico en cuyes machos y hembras alimentados con dietas con diferentes niveles de lignocelulosa.....	16

Índice de figuras

Figura 1. Preparación de materias primas	25
Figura 2. Mezclar las distintas materias primas	25
Figura 3. Paletización de la formula	26
Figura 4. Ubicación de marca de tratamiento a las jaulas	26
Figura 5. Emparejamiento al azar	27
Figura 6. Marcación de balde y comederos	27
Figura 7. Ubicación de baldes con colores según tratamiento	28
Figura 8. Verificar el funcionamiento de comederos, bebederos y jaulas en general	28
Figura 9. Alimentar por 15 días previo al sacrificio	29
Figura 10. Control de materiales a usar	29
Figura 11. Obtención de la muestra a través de punción directa al corazón	30
Figura 12. Preparación de muestras para análisis	30
Figura 13. Análisis de muestras con el equipo de micro-lab y usando el kit Erba Manheim	31
.....	31
Figura 14. Uso de instrucciones del fabricante	31

Índice de anexos

Anexo 1. Preparación de balanceados	25
Anexo 2. Distribución de animales y marca de tratamientos	26
Anexo 3. Toma de muestras	29
Anexo 4. Procesamiento de muestras	30
Anexo 5. Certificado de traducción.....	32

1. Título

Efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa sobre la bioquímica sanguínea en cobayos (*Cavia porcellus*).

2. Resumen

Las características morfo-fisiológicas del aparato digestivo del cobayo lo catalogan como un animal fermentador post gástrico, capaz de digerir altos niveles de fibra a nivel del ciego. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de una fuente rica en lignocelulosa en la dieta (Aserrín de madera de pino), sobre la bioquímica sanguínea de cobayos durante la etapa de crecimiento. Se utilizaron 32 cobayos tipo A1, distribuidos en cuatro tratamientos (dietas): T1 0%, T2 3%, T3 8% y T4 12% de lignocelulosa, con 8 repeticiones en cada uno; a los 15 días se seleccionaron los animales para tomar muestras de sangre mediante punción directa al corazón previo al sacrificio, las muestras obtenidas se colocaron en tubos vacutainer y se llevaron al laboratorio de Diagnóstico Integral Veterinario de la UNL, para su análisis correspondiente con el kit Erba Manheim para Microlab. Los resultados no mostraron diferencia estadística entre los tratamientos, con valores promedios de 135 mg/dl para la glucosa y 28,1 mg/dl para el colesterol. Se concluye que la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa en dietas para cobayos no modifica el perfil sérico de glucosa y colesterol, manteniendo valores dentro de los rangos normales para esta especie, en esta etapa de desarrollo.

Palabras clave: fibra insoluble, metabolismo energético, metabolismo lipídico, glucosa sérica, colesterol sanguíneo.

Abstract

The morpho-physiological characteristics of the guinea pig digestive system classify it as a post-gastric fermenter, capable of digesting high levels of fiber at the cecum level. The objective of the present work was to evaluate the effect of the inclusion of different levels of lignocellulose in the diet on the blood biochemistry of guinea pigs during the growth stage. Thirty-two type A1 guinea pigs were used, distributed in four treatments (diets): T1 0%, T2 3%, T3 8% and T4 12% lignocellulose, with 8 replicates in each; after 15 days the animals were sacrificed to take blood samples by direct puncture to the heart, placed in vacutainer tubes and taken to the Integral Veterinary Diagnostic Laboratory of the UNL, for their corresponding analysis with the Erba Mannheim kit for Microlab. The results showed no statistical difference between treatments, with average values of 135 mg/dl for glucose and 28.1 mg/dl for cholesterol. It is concluded that the inclusion of different levels of lignocellulose in guinea pig diets does not modify the serum profile of glucose and cholesterol, maintaining values within normal ranges for this species at this stage of development.

Keywords: insoluble fiber, energy metabolism, lipid metabolism, serum glucose, blood cholesterol.

3. Introducción

La población de cobayos (*Cavia porcellus*) en el Ecuador se estima en 21 millones, que por su continua reproducción genera alrededor de 47 millones de ejemplares al año, destinados tanto para la venta como para el consumo familiar; lo que se traduce en una producción de 14,300 Tm de carne, según datos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2015). La cría de cuyes es una actividad económica de gran relevancia en la región andina, especialmente en países como Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, donde forma parte de la tradición cultural y sustento económico.

La alimentación de los cobayos juega un papel fundamental en su salud y productividad. En este contexto, la inclusión de lignocelulosa en la dieta, puede constituir una buena estrategia para mejorar la eficiencia digestiva y el bienestar general del animal. Sin embargo, su uso es limitado, debido a la poca información sobre el efecto de la lignocelulosa en la bioquímica sanguínea, particularmente en parámetros clave como la glucosa y el colesterol (Laura Cuervo, 2009).

Los resultados de esta investigación no solo contribuirán a una mejor comprensión de la fisiología de los cuyes, sino que también proporcionarán datos valiosos para optimizar las prácticas alimenticias en el marco de una producción animal sostenible (Espino, 2022). Aunque la lignocelulosa ha sido estudiada en diversos herbívoros, su impacto en la bioquímica sanguínea de los cuyes ha sido escasamente abordado, lo que destaca la importancia de este estudio.

El presente trabajo busca llenar este vacío de conocimiento, al examinar cómo la variación en los niveles de lignocelulosa en la dieta puede afectar la glucosa y el colesterol sanguíneo en cuyes. Este conocimiento no solo será relevante para mejorar el bienestar de los animales, sino que también tendrá aplicaciones prácticas en la formulación de dietas más eficientes y rentables.

Este ensayo se inserta en un contexto de potenciales beneficios tanto para la comunidad científica como para los productores de cuyes. Los resultados obtenidos podrían informar la creación de estrategias alimenticias más saludables y personalizadas, mejorando la productividad y calidad de vida de esta especie. La falta de información actual plantea interrogantes sobre el mecanismo de transferencia de nutrientes desde el entorno externo al interno, así como su dirección hacia el sistema circulatorio y las células del organismo (Parra, 2004).

Además, se evalúa el efecto de la lignocelulosa como componente de la dieta en cuyes, analizando su aporte nutricional y su impacto en el aprovechamiento de los nutrientes, con el fin de mejorar la adaptación a cambios en la dieta. Por ello, se plantea la formulación de cuatro dietas con diferentes niveles de lignocelulosa y sus efectos sobre la bioquímica sanguínea, específicamente sobre los niveles de glucosa y colesterol. Con estos antecedentes nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa en la dieta de cuyes sobre los niveles de colesterol sanguíneo.
- Determinar el impacto de la dieta con distintos niveles de lignocelulosa sobre los niveles de glucosa sérica en cuyes.

4. Marco Teórico

4.1. El Cobayo (*Cavia Porcellus*)

Es un animal “Roedor” originario de la zona andina de Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú; su carne, por su alto valor nutricional, constituye un alimento importante para los habitantes de la región (Moreira Ramirez, 2015). Los países con mayor registro de crianza y consumo son: Perú, Ecuador y Bolivia, esta especie a nivel mundial se lo reconoce con el nombre de conejillo de india (Torres, 2013).

El cuy es un mamífero monogástrico que se alimenta principalmente de forrajes, piensos concentrados o una dieta mixta (Japa Cando, 2022). El proceso digestivo del cuy inicia en la boca, donde los dientes desempeñan un papel fundamental al cortar y triturar el material vegetal ingerido, reduciendo el tamaño de las partículas (Sakaguchi, 2003). Se clasifica como fermentador postgástrico debido a la presencia de microorganismos en su ciego; el tránsito de la ingesta desde el estómago hasta el intestino delgado es veloz y generalmente toma menos de dos horas; mientras que el paso a través del ciego es más pausado, pudiendo extenderse hasta las 48 horas (Beatriz, 2017).

4.2. Requerimientos Nutricionales

La nutrición es el proceso de absorción y utilización de los nutrientes para el desarrollo y crecimiento de los animales (Youdim, 2021). La mala alimentación es la principal causa de enfermedades, el problema que más se presenta es la falta de vitamina C, puesto que al igual que el ser humano no pueden generar su propia vitamina C. por lo que se necesita un suplemento agregado a su dieta diaria (Veterinari, 2016). Uno de los mayores problemas es solo darle de alimento el pienso y no vegetales verdes o frescos como: Heno o paja, verduras, y hiervas frescas, pienso de calidad y agua.

La dieta de cobayos “*Cavia Porcellus*” culturalmente desde tiempos históricos ha sido a base de forraje, luego se agregó suplemento ya sean vitamínicos, minerales o proteicos (Peru, 2020).

Tabla 1. *Requerimientos nutricionales en cobayos (Caycedo, 2010).*

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18-22	13-17
Fibra	%	8.-17	8.-17	10
Calcio	%	1,4	1,4	0,8-1,0
Fosforo	%	0,8	0,8	0,4-0,7
Magnesio	%	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Potasio	%	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	%	200	200	200

4.2.1. *Energía*

La energía es otro factor esencial para los procesos vitales del cuy, como contrarrestar el frío, caminar, etc. El exceso de energía lo almacena como grasa dentro de su cuerpo. La cantidad de energía requerida para la formación de tejido nuevo disminuye con la edad, lo cual refleja también una disminución en la tasa de ganancia de peso. Además, su deficiencia puede producir fallas reproductivas como: retardo en la pubertad, mortalidad embrionaria, suspensión del ciclo estral, etc. La deficiencia como el exceso de minerales afecta sus funciones las cuales son: electroquímicas; catalíticas y estructurales formando tejido óseo, células sanguíneas, etc. Dentro de los minerales requeridos por el cuy los más importantes son el calcio y el fósforo. La vitamina C en los cuyes, se almacena en el organismo en forma limitada por lo que debe ser suministrado en el alimento, al igual que sucede en el humano (RIVERA, 2011).

4.2.2. Proteína

Las proteínas están formadas por unidades llamadas aminoácidos que forman largas cadenas. Debido a la naturaleza molecular compleja de las proteínas, el cuerpo tarda más en disociarlas. Como resultado, son una fuente de energía más lenta y duradera que los carbohidratos (Bhupathiraju, 2023). Las proteínas son el principal componente de tejidos, por lo que el suministro inadecuado da lugar a menores pesos al nacimiento, crecimiento retardado, disminución de la producción de leche, infertilidad y menor eficiencia en la utilización de los alimentos (Zarate, 2016).

Para cuyes manejados en bioterios, se especifica un requerimiento de proteína del 20 por ciento para cobayos criados en cautiverio cuando se componen de dos o más fuentes de proteína. La adición de proteínas simples como la caseína o la soja aumenta este porcentaje al 30 o 35 por ciento. Estas fuentes de proteínas se pueden fortalecer con aminoácidos adicionales. Caseína y L-Arginina (1% en la dieta) o Soja y DL-Metionina (0,5% en la dieta) (Caycedo, 2010)).

4.2.3. Fibra

Un porcentaje de fibra adecuado en la composición de las raciones, es importante no solo por la capacidad de los cuyes en digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, además de ayudar a que el paso de los alimentos por el tracto digestivo y por el ciego sea más lento y por ende más aprovechable (RIVERA, 2011).

4.3. La Lignocelulosa

A nivel mundial la lignocelulosa es la materia más abundante, se comprenden de celulosa, hemicelulosa y lignina (Chávez-Sifontes & Domine, 2013). Dentro de este punto la lignocelulosa compone las plantas con porcentajes de 16-85% de hemicelulosa y 20-55% de celulosa y 15 a 40% de lignina y que conforman una sola matriz celular tomando en cuenta que tienen un porcentaje muy bajo en almidones, aceites, proteínas y monosacáridos (Gómez, 2012).

4.3.1. Lignina

Se define como un heteropolímero que da forma y estructura a las plantas también genera resistencia a la presión hídrica que esta genera, a nivel celular aporta forma y soporte a aquellas células de almacenamiento (Cecilia B. Peña, 2022). la lignina y la celulosa componen la biomasa que nos sirve como punto de partida para la obtención de materias primas en lo que son biocombustibles y en la identificación de especies maderables (Soto, 2022).

Existen tres tipos de lignina el primero que presenta lignina de tipo guayacilo e hidroxifenilo (briofitas, licofitas y gimnospermas) el segundo que presenta lignina de tipo siringilo, guayacilo e hidroxifenilo (predominante en angiosperma) y el tercero el que presentan los pastos (monocotiledoneas) que se compone de guayacilo, hidroxifenilo y en menor medida siringilo. La lignina vendría a ser un polímero fenólico con una estructura diversa por los diferentes monómeros y enlaces que la componen que son el resultado de diversas enzimas que participan en la biosíntesis (Soto, 2022). Es un heteropolímero compuesto por tres monómeros fenilpropanoides (monolignoides): alcohol (p-hidroxifenilo), coniferilico (guayacilo) y sinapilico (siringilo). Durante la lignificación, los hidroxinamatos (p-cumarato, ferulato y sinapato) son copolimerizados dentro del polímero de la lignina en conjunto con los monolignoles.

Todas estas copolimerizaciones favorecen la formación de ramificaciones en las estructuras de la lignina adicional provocan la acetilación de polisacáridos, como es el caso de los pastos en que los ferulatos y el p-cumarato acetilan a los arabinosilanos. Los hidroxilatos tiene estrecha relación en la unión entre polisacáridos, y también la unión de polisacáridos y lignina. Es decir que los ferulatos tienen la función de nucleación donde la lignina se almacena (Kang et al., 2019).

4.4. Química sanguínea

La composición bioquímica de la sangre, permite entender su rol primordial en la homeostasis. Los valores de la bioquímica pueden alterarse por diferentes factores como sexo, edad, estado reproductivo, estrés e incluso el clima (Orellana, 2019). Los valores de la química sanguínea se podrían utilizar para determinar el estado nutricional y sanitario de los animales.

Tabla 2. *Valores referenciales de glucosa y colesterol en cobayos (Benites, 2020)*

Parámetros bioquímicos	Intervalo de referencia
Glucosa (mg/dL)	60-180
Colesterol (mg/dL)	16-43

4.4.1. Glucosa

Principal tipo de azúcar que contiene la química sanguínea, su forma de adquirirla es mediante la ingesta de alimentos especialmente carbohidratos de diferente índole, que se les proporciona como principal fuente de energía. Un nivel alto de glucosa se lo conoce como hiperglicemia, que tiende a ser regulado por la insulina del páncreas, cuando no es posible esta regulación se presenta la enfermedad conocida como diabetes (Orellana, 2019).

4.4.2. Colesterol

El colesterol es una sustancia hidrófoba, insoluble en medios acuosos y por lo tanto insoluble en el plasma de la sangre (Ramos, 2022). El colesterol es sintetizado en el hígado, también en la piel, intestino, glándulas suprarrenales, el ovario, el testículo, el riñón y el pulmón. Todas las sustancias que llegan a producir ácido acético pueden ser precursoras del colesterol, deriva de la dieta y de la síntesis hepática, y llegan a sufrir una recirculación enterohepática (Orellana, 2019).

5. Metodología

5.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Nutrición Animal (CIDiNA) de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en la quinta experimental Punzará, al sur de la ciudad. CIDiNA, cuentan con las instalaciones adecuadas para la crianza de cobayos en jaulas con las medidas necesarias para albergar a mas de 100 especímenes, agrupados en parejas, también cuentan con una planta procesadora de balanceados para elaborar las dietas experimentales.

5.2. Procedimiento Experimental

5.2.1. Unidades experimentales

Se utilizaron 32 cobayos destetados de 15 días de edad, de la línea Perú tipo A1. Los animales se distribuyeron de manera aleatoria en jaulas de 26 x 42 x 51 cm (ancho, largo y alto), equipadas con comederos tipo tolva y bebederos de niples. Se mantuvo un entorno semi-controlado con una temperatura de 18 a 21 °C. Los animales se manejaron bajo los principios de cuidado animal establecidos en el Código Orgánico del Ambiente (ROS N.º 983, Ecuador).

5.2.2. Dietas Experimentales

Se formularon y elaboraron cuatro dietas experimentales con la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa (aserrín de madera de pino), como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3. Composición estructural y química de las dietas experimentales

Ítem	Nivel de inclusión de Lignocelulosa			
	0%	3%	8%	12%
Ingredientes (% en base fresca del pienso)				
Afrecho de trigo	6,61	26,6	27,1	25,4
Arrocillo	8,48	7,00	8,63	10,6
Lignocelulosa ¹	0,00	3,03	7,65	12,4
Paja de arroz	23,9	10,1	4,57	0,00
King Grass	26,4	24,5	23,3	22,1

Soya	24,4	18,9	18,9	19,5
Aceite de palma	5,80	5,37	5,35	5,38
Melaza	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,48	0,48	0,48	0,48
Vitamina C	0,04	0,04	0,04	0,04
L-Lisina-HCL	0,15	0,22	0,22	0,20
DL-Metionina	0,13	0,13	0,12	0,12
Treonina	0,17	0,19	0,18	0,17
Bicarbonato de sodio	0,01	0,07	0,15	0,23
Premezcla ²	0,30	0,30	0,30	0,30
Carbonato de calcio	0,87	1,52	1,59	1,59
Fosfato bicalcico dihidratado	0,76	0,00	0,00	0,08
Bentonina	0,30	0,30	0,30	0,30
Atrapador ³	0,20	0,20	0,20	0,20

Composición química obtenida (% en base seca)

Cenizas	13,6	11,3	11,0	8,30
Proteína cruda	19,3	18,75	18,99	18,96
Extracto etéreo	6,64	6,80	7,18	7,01
E.L.N.	41,46	46,25	46,23	49,23

Composición química estimada (% en tal como ofrecido)

Energía digestible, kcal/kg	2800	2800	2800	2800
Fibra Detergente Neutra (FND)	40,0	40,0	40,0	40,0
Fibra detergente acida (FAD)	24,0	22,0	22,6	23,6
Lignina (LAD)	2,90	3,60	4,30	5
Almidón	7,58	9,27	10,4	11,5
Lisina	0,800	0,800	0,800	0,800
Metionina	0,300	0,300	0,300	0,300
Treonina	0,600	0,600	0,600	0,600
Calcio	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo total	0,400	0,400	0,400	0,400
Na	0,229	0,240	0,258	0,278
K	0,544	0,505	0,477	1,002
Cl	1,19	1,13	1,06	0,451

¹La lignocelulosa se lo obtuvo principalmente de aserrín madera de pino. ²La premezcla vitamínica-mineral proveyó por kg kilogramo: Zn, 90 000 mg; Fe, 75 000 mg; Mn, 25 000 mg; Cu, 7000; Mg, 2000 mg; I, 500 mg; Se, 200 mg; Vitamina A, 7 000 000 UI; Vitamina D3, 1 200 000 UI; Vitamina E, 35 000 UI, Vitamina K3, 2000 mg; Vitamina B1, 1500 mg; Vitamina B2, 3000 mg; Vitamina B6, 2500 mg; Vitamina B12, 20 mg; Niacina, 20 000 mg; Biotina, 80 mg; Ácido pantoténico, 12 000 mg; Ácido Fólico, 250 mg; Colina, 100 000 mg y Antioxidante, 2000 mg. ³El Celmanax Dry está compuesto de Saccharomyces cerevisiae.

5.2.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con cuatro tratamientos y ocho repeticiones.

5.2.4. Toma de muestras

La técnica consistió en inmovilización por aturdimiento con golpe contundente en el cráneo, esto se realizó a los 12 días de iniciado el experimento (37 días de edad), mediante punción directa al corazón se tomaron las muestras de sangre en tubos vacutainer, para luego llevarlos al laboratorio de Diagnóstico Integral Veterinario de la Universidad Nacional de Loja y proceder a realizar el análisis correspondiente.

5.2.5. Análisis de laboratorio

Las muestras se procesaron en el analizador de bioquímica semi-automático, compacto de alto rendimiento Micro-lab utilizando el kit Erba Mannheim para Micro-lab, para determinar el contenido de glucosa y colesterol en el suero sanguíneo, se aplicaron pruebas de rutina de la química clínica, inmunoturbidimetría y coagulación. Las características del equipo son:

Funcionamiento: semiautomático

Configuración: de mesa, compacto

Opciones: pantalla táctil y menú digital

Peso: 7kg (15.4 lb)

Tabla 4. *Reactivos utilizados antes de correr la muestra*

	Blanco de reactivo	Estándar (Cal)	Muestra
Reactivo 1	1000ul	1000ul	1000ul
Muestra			10ul
Estándar (Cal)		10ul	
Agua destilada	10ul		

5.2.6. Análisis de los resultados

Se realizó análisis de varianza del contenido sérico de glucosa y colesterol mediante procedimiento MIXED del SAS (SAS OnDemand for Academics). Donde los principales factores de variación fueron las dietas con niveles de inclusión de lignocelulosa, y la interacción entre machos y hembras. Las medias se compararán por medio de un T-test protegido. Los p valores <0.05 se consideraron como significativos.

5.2.7. Consideraciones éticas

La investigación se llevó a cabo de acuerdo con el ordenamiento de normas bioéticas internacionales de bienestar animal en el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N.º 983, Ecuador).

6. Resultados

En la Tabla 5, se describe los valores del contenido de glucosa y colesterol sérico registrados en cuyes machos y hembras alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de lignocelulosa (0%, 3%, 8%, 12%).

Tabla 5. *Contenido de glucosa y colesterol sérico en cuyes machos y hembras alimentados con dietas con diferentes niveles de lignocelulosa*

Nivel de lignocelulosa, %	Sexo	Glucosa, mg/dl	Colesterol, mg/dl
0		127	27,3
3		111	26,1
8		155	33,2
12		133	25,6
	Macho	141	28.1
	Hembra	129	28.1
0	Macho	140	23,4
	Hembra	115	31,1
3	Macho	-	-
	Hembra	111	26,1
8	Macho	159	37,0
	Hembra	154	31,9
12	Macho	122	28,4
	Hembra	137	24,7
EEM	Nivel	25,9	2,98
	Sexo	13,4	1,54
	nivel*sexo	45,0	5,17
P-VALOR	Nivel	0,64	0,16
	Sexo	0,86	0,92
	nivel*sexo	0,85	0,21

No se detectó efecto del nivel, sexo o la interacción de estos factores en las concentraciones plasmáticas de glucosa ($P \geq 0,64$) y de colesterol ($P \geq 0,16$). Dando una media de 135 mg/dl para la glucosa y de 28.1 mg/dl para el colesterol. Todos los tratamientos se comportaron de manera similar tanto en el perfil de glucosa como de colesterol.

7. Discusión

La inclusión de aserrín de madera, una materia prima rica en lignocelulosa, en la dieta de los cuyes (*Cavia porcellus*) plantea interrogantes sobre sus efectos en los parámetros metabólicos, en particular los niveles de glucosa y colesterol sérico. La lignocelulosa, que compone una parte importante de la pared celular de las plantas, incluye celulosa, hemicelulosa y lignina, componentes que son fundamentales en la digestión de la fibra, pero cuyo procesamiento eficiente depende en gran medida de la microbiota del ciego (Orduña, 2002).

El rango de referencia de glucosa en sangre para los cuyes se sitúa entre 60 y 180 mg/dL (Benites, 2020). En este estudio, los diferentes niveles de inclusión de aserrín de madera no alteraron significativamente los niveles séricos de glucosa, manteniéndose dentro del rango fisiológico establecido para la especie. El valor promedio obtenido en el grupo experimental fue de 135 mg/dL, lo que indica que la lignocelulosa del aserrín no compromete la regulación de la glucosa.

La estabilidad en los niveles de glucosa sugiere que, a pesar de la naturaleza altamente indigerible de la lignina del aserrín, la fermentación en el ciego permitió que los cuyes mantuvieran una adecuada homeostasis glucémica. Este resultado es consistente con estudios que demuestran que la fibra insoluble, aunque puede acelerar la digestión, no afecta negativamente la absorción de carbohidratos simples en monogástricos, siempre que los valores de inclusión estén en niveles adecuados (Sisti, 2020).

En cuanto al colesterol, el rango de referencia en cuyes oscila entre 16 y 43 mg/dL (Ortega, 2020). Al igual que con la glucosa, la inclusión de aserrín de madera no afectó significativamente los niveles de colesterol, manteniéndose dentro de los límites saludables. Este resultado es relevante, ya que la fibra dietética puede influir en la excreción de colesterol y ácidos biliares, disminuyendo su reabsorción a nivel intestinal (Sisti, 2020). La lignocelulosa

presente en el aserrín parece cumplir con este efecto, contribuyendo a la regulación del colesterol sérico sin generar efectos adversos.

El hecho de que los niveles de colesterol se mantengan dentro de los rangos fisiológicos a pesar de la inclusión de lignocelulosa sugiere que los cuyes pueden adaptarse a la presencia de esta fibra en su dieta sin experimentar disfunciones en el metabolismo lipídico. Sin embargo, la persistencia de este efecto a largo plazo y en niveles de inclusión superiores, debe ser evaluada para comprender mejor su impacto crónico sobre la salud cardiovascular y la productividad animal.

El aserrín de madera, como fuente rica en lignocelulosa, representa un desafío para la digestión debido a la resistencia de la lignina a la degradación microbiana en el intestino de los cuyes (Orduña, 2002). Sin embargo, este estudio muestra que, en niveles controlados, la lignocelulosa del aserrín no interfiere significativamente con la absorción de nutrientes esenciales, como los carbohidratos y lípidos, lo que se refleja en los niveles estables de glucosa y colesterol.

La fermentación bacteriana en el ciego es un proceso crucial para la digestión de la fibra en los cuyes, y aunque la lignina es altamente indigerible, el aserrín puede actuar como una fibra estructural que favorece la motilidad intestinal y el bienestar digestivo en general (Abad Guamán Rodrigo Medardo-Rodríguez Tacuri Jonathan David, 2024). Este equilibrio permite que el cuy mantenga una buena salud metabólica, siempre que los niveles de lignocelulosa sean apropiados y no excedan la capacidad de digestión del animal.

8. Conclusiones

- La inclusión de aserrín de madera como fuente de lignocelulosa en la dieta de los cuyes no alteró los niveles de glucosa sérica, manteniéndose dentro del rango fisiológico de 60 a 180 mg/dL, con un valor promedio de 135 mg/dL. Esto sugiere que la lignocelulosa del aserrín no afecta la regulación glucémica en los cuyes, lo que refuerza su viabilidad como componente de dietas balanceadas sin comprometer la homeostasis glucémica.
- Los niveles séricos de colesterol en cuyes alimentados con dietas que incluían aserrín de madera se mantuvieron dentro del rango normal de 16 a 43 mg/dL, con un valor promedio de 28,1 mg/dL. Esto indica que la lignocelulosa del aserrín no generó efectos adversos en el metabolismo lipídico, lo que sugiere que su inclusión controlada en la dieta es compatible con una salud en los cuyes.

9. Recomendaciones

- Optimizar las dietas de cuyes mediante la inclusión de niveles controlados de lignocelulosa, basándose en los resultados obtenidos en este estudio. Esto permitirá maximizar los beneficios en la regulación de los niveles de glucosa y colesterol séricos, sin comprometer la salud digestiva de los animales ni su productividad.
- Implementar un monitoreo regular de los parámetros bioquímicos, específicamente los niveles de glucosa y colesterol, en cuyes alimentados con dietas ricas en lignocelulosa. Esto garantizará que se mantengan dentro de los rangos saludables y permitirá ajustar las formulaciones dietéticas de manera oportuna para evitar posibles desequilibrios metabólicos.

10. Bibliografía

Abad Guamán Rodrigo Medardo-Rodríguez Tacuri Jonathan David. (04 de 01 de 2024).

Obtenido de [dspace.unl.edu.ec:](https://dspace.unl.edu.ec/)

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/28703#:~:text=La%20inclusi%C3%B3n%20de%20lignocelulosa%20presente,grasos%20y%20absorci%C3%B3n%20de%20nutrientes.>

Beatriz, C. (03 de 05 de 2017). *Repositorio Universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de

Repositorio Universidad Tecnica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26212/1/Tesis%2093%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20503.pdf>

Benites, T. A.-L. (30 de 09 de 2020). *Repositorio institucional Universidad de Cuenca*.

Obtenido de Repositorio institucional Universidad de Cuenca:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34987/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>

Bhupathiraju, S. N. (10 de 02 de 2023). *Manual Msd*. Obtenido de Manual Msd:

<https://www.msdmanuals.com/es-ec/hogar/trastornos-nutricionales/introducci%C3%B3n-a-la-nutrici%C3%B3n/hidratos-de-carbono,-prote%C3%ADnas-y-grasas>

Caicedo. (1992). *Universidad de Nariño, Pasto (Colombia)*. Obtenido de Universidad de

Nariño, Pasto (Colombia).: <https://www.udenar.edu.co/>

Caycedo. (10 de 05 de 2010). *FAO*. Obtenido de FAO:

<https://www.fao.org/3/W6562s/w6562s04.htm>

- Coronado, J. E. (10 de 05 de 2018). *UNIVERSIDAD RICARDO PALMA*. Obtenido de Repositorio.urp.edu.pe:
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/1682/Ayvar_JE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espino, J. G. (04 de 10 de 2022). *NutriNews*. Obtenido de NutriNews:
<https://nutrinews.com/fibra-insoluble-en-dietas-de-lechones-efecto-de-la-lignocelulosa-2/#:~:text=La%20lignocelulosa%20posee%20la%20caracter%C3%ADstica,y%20el%20desdoblamiento%20del%20almid%C3%B3n.>
- Gidenne, T. (23 de 01 de 1996). *core.ac.uk*. Obtenido de Universidad Autonoma de Barcelona:
<https://core.ac.uk/download/pdf/33161247.pdf>
- Gómez, E. A. (10 de 05 de 2012). *Scielo*. Obtenido de Scielo:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000600009
- Guzman, R. A. (10 de 01 de 2015). <https://sired.udenar.edu.co/>. Obtenido de Reservoirio Univerdad de Nariño: <https://sired.udenar.edu.co/1691/1/90964.pdf>
- Laura Cuervo, J. F. (07 de 03 de 2009). *Researchgate.net*. Obtenido de Researchgate.net:
https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Folch-Mallol/publication/266610846_Lignocelulosa_Como_Fuente_de_Azucres_Para_la_Produccion_de_Etanol/links/54451eba0cf2f14fb80e9651/Lignocelulosa-Como-Fuente-de-Azucres-Para-la-Produccion-de-Etanol.pdf
- MAGAP. (05 de 03 de 2015). *Agricultura.gob.ec*. Obtenido de Agricultura.gob.ec:
<https://www.agricultura.gob.ec/crianza-de-cuyes-ayuda-a-reconversion-de-actividades-productivas/#>

- Orduña, R. R. (2002). *semanticscholar*. Obtenido de semanticscholar:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Factores-estructurales-de-la-pared-celular-del-que-Ordu%C3%B1a-Lozano/7d14f62a8c4295b6549aa841b31b064217210742>
- Orellana, C. A. (04 de 04 de 2019). *Determinacion de valores referenciales en hemograma y bioquimica*. Obtenido de Determinacion de valores referenciales en hemograma y bioquimica:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17176/1/UPS-CT008209.pdf>
- Ortega, L. (30 de 09 de 2020). *ucuenca*. Obtenido de ucuenca:
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34987/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- Parra, V. (10 de 01 de 2004). *FAO*. Obtenido de FAO:
<https://www.fao.org/3/W6562S/w6562s04.htm>
- Peru, C. (10 de 01 de 2020). *Granja Camero*. Obtenido de Granaj Camero:
<https://www.somoscuyperu.com/2012/04/necesidades-nutritivas-del-cuy.html>
- RIVERA, L. A. (01 de 31 de 2011). *repositorio.espe*. Obtenido de repositorio.espe:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2503/1/T-ESPE-IASA%20II-000839.pdf>
- Sakaguchi. (16 de 09 de 2003). *Onlinelibrary*. Obtenido de Onlinelibrary:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1344-3941.2003.00124.x>
- Sisti, M. S. (2020). *semanticscholar*. Obtenido de semanticscholar:
https://scholar.google.com.ar/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=8UC17WAAAAAJ&citation_for_view=8UC17WAAAAAJ:zYLM7Y9cAGgC

- Soto, A. M.-M. (28 de 02 de 2022). *Inecol.mx*. Obtenido de Inecol.mx:
<https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/2137/2337>
- Tania, E. (30 de 09 de 2020). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de Universidad de Cuenca:
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34987/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- Torres, I. J. (14 de 02 de 2013). *UNA*. Obtenido de UNA:
<https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>
- Veterinari, V. C. (21 de 06 de 2016). *Veterinos.com*. Obtenido de Veterinos.com:
<http://veterinos.com/es/alimentacion-cobayo-domestico/#:~:text=La%20dieta%20del%20cobayo%20debe,obtener%20paquetes%20en%20tiendas%20especializadas.>
- Youdim, A. (20 de 05 de 2021). *Manual MSD*. Obtenido de Manual MSD:
<https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-nutricionales/introducci%C3%B3n-a-la-nutrici%C3%B3n/introducci%C3%B3n-a-la-nutrici%C3%B3n>

11. Anexos.

Anexo 1. Preparación de balanceados



Figura 1. Preparación de materias primas



Figura 2. Mezclar las distintas materias primas



Figura 3. *Paletización de la formula*

Anexo 2. *Distribución de animales y marca de tratamientos*



Figura 4. *Ubicación de marca de tratamiento a las jaulas*



Figura 5. *Emparejamiento al azar*



Figura 6. *Marcación de balde y comederos*



Figura 7. *Ubicación de baldes con colores según tratamiento*



Figura 8. *Verificar el funcionamiento de comederos, bebederos y jaulas en general*



Figura 9. Alimentar por 15 días previo al sacrificio

Anexo 3. Toma de muestras



Figura 10. Control de materiales a usar



Figura 11. *Obtención de la muestra a través de punción directa al corazón*

Anexo 4. *Procesamiento de muestras*

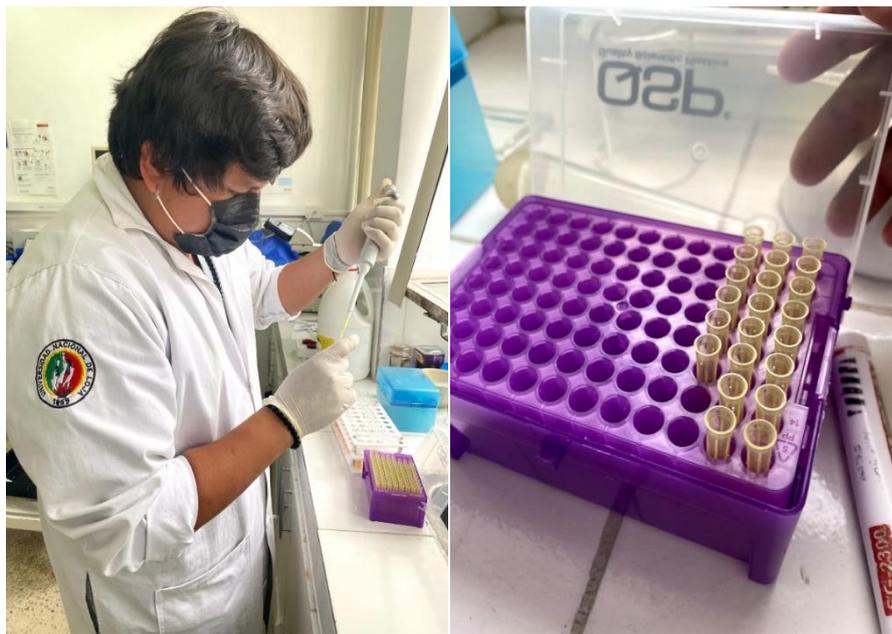


Figura 12. *Preparación de muestras para análisis*

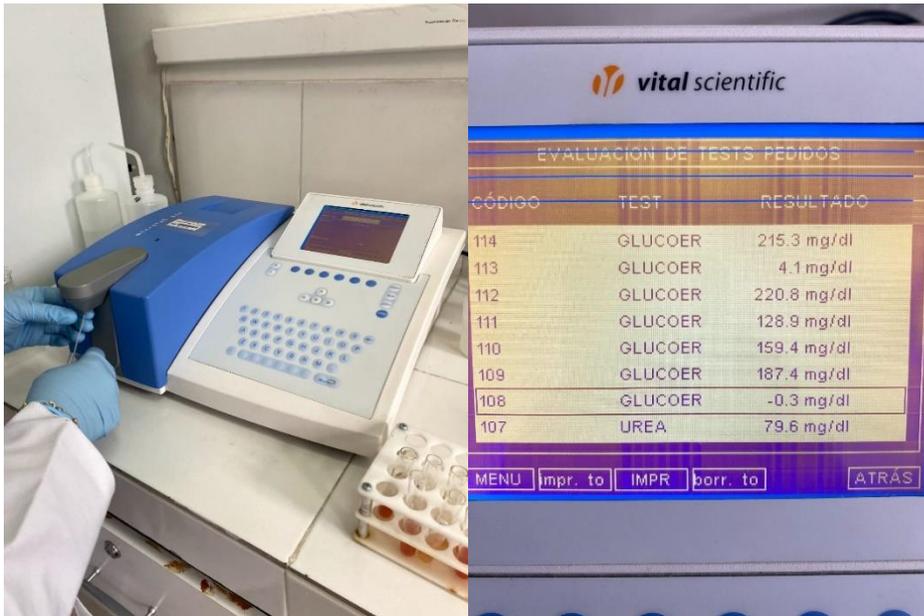


Figura 13. Análisis de muestras con el equipo de micro-lab y usando el kit Erba Manheim

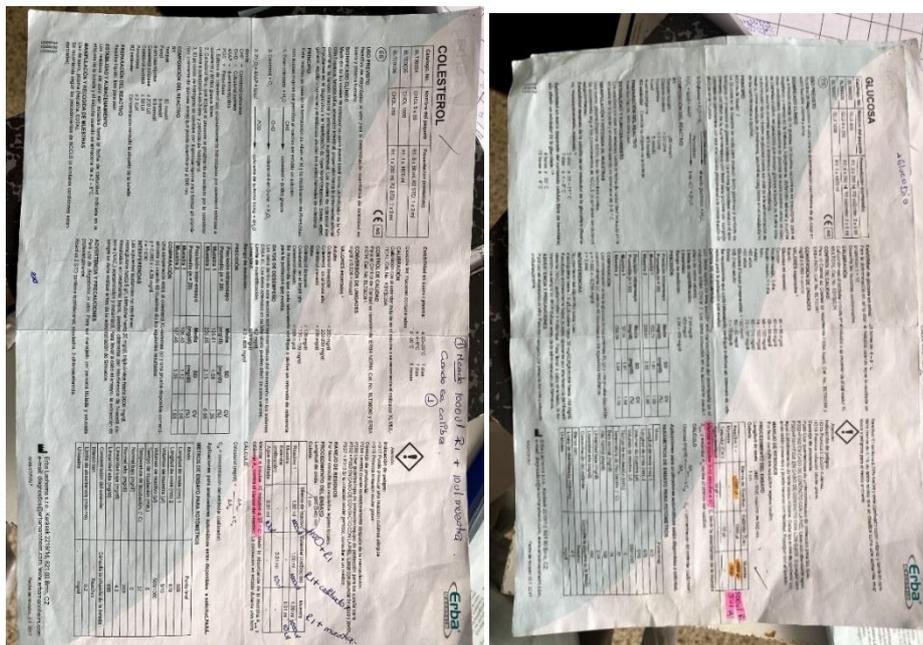


Figura 14. Uso de instrucciones del fabricante

Anexo 5. Procesamiento de muestras

Loja, 11 de octubre de 2024

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Doctora.
Erika Lucia González Carrión, Ph.D.

CERTIFICO:

Yo, Doctora Erika Lucia González Carrión, Ph.D., con cédula de ciudadanía 1105820953, en mi calidad de traductora del idioma Inglés, con capacidades que pueden ser probadas a través de los siguientes documentos acreditativos:

- 1. TÍTULO DE LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACION MENCION IDIOMA INGLÉS.** Registro SENESCYT Nro. 1008-16-1457913 (Anexo 1 documento SENESCYT): <https://drive.google.com/file/d/1TrRikB37XkDSSXRhIsZDh4FhWbyYkFz/view?usp=sharing>
- 2. CERTIFICADO DE PROFICIENCIA DEL IDIOMA INGLÉS** (Anexo 2 documento): <https://drive.google.com/file/d/1cNGWVEFjYH1E4eoHVDHGDKmLFEIUYAT/view?usp=sharing>
- 3. CERTIFICADO INGLÉS NIVEL B2** (Anexo 3): <https://drive.google.com/file/d/1i9QP22MCNzRMkfrKPO54003zE92tfMfu/view?usp=sharing>
- 4. ACCESO A REVISTA COMUNICAR- BLOG ESCUELA DE AUTORES:** <https://www.grupoconcomunicar.com/wp/school-of-authors/>
(Al acceder en el enlace al blog, se podrá evidenciar la traducción realizada por quien certifica de cada entrada. Para mayor referencia observar la captura de pantalla adjunta ANEXO 4 : https://drive.google.com/file/d/1UjPj_R1ciRBxeW8UwNUHuNxiCOXCr2f/view?usp=sharing

Con fundamento en la citada experiencia, numerales 1 al 4, **CERTIFICO** que la traducción del Resumen (Abstract) del Trabajo de Titulación denominado: **“Efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa sobre la bioquímica sanguínea en cobayos (*Cavia porcellus*).”**, de autoría del estudiante: **Luis Felipe Cordero Jaramillo** con CI: **1104889694**, es correcta y completa, según las normas internacionales de traducción de textos.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado, **Luis Felipe Cordero Jaramillo**, hacer uso legal del presente, según estime conveniente.

Atentamente,



Dra. Erika González Carrión. Ph.D.
C.I. 1105820953

- Registro SENESCYT Nro. 1008-16-1457913 - LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACION MENCION IDIOMA INGLÉS
- Registro SENESCYT Nro. 1031-15-1414538 - LICENCIADO EN COMUNICACION SOCIAL
- Registro SENESCYT Nro. 7242132304 - MASTER UNIVERSITARIO EN COMUNICACION Y EDUCACION AUDIOVISUAL
- Registro SENESCYT Nro. 7241182671 - DOCTORA DENTRO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN COMUNICACION
- Registro Investigador SENESCYT acreditado: REG-INV-22-05714- Investigador Agregado 1.