



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS**

ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**TRATAMIENTO TÉRMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA
PULPA DE CAFÉ (*Coffea arábica*) PARA LA
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) COMO
ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO EN LA REGIÓN AMAZONAS.**

Autor: Bach. Carlos Enrique Quilcate Pairazamán

Asesor: PhD. Jorge Luis Maicelo Quintana

Co-Asesor: MSc Héctor Vladimir Vásquez Pérez

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, poniendo mi fe y esperanza en mis acciones, dando razón a mi existencia.

A mi esposa Verónica, a mis hijos Paula, Carla, Camila y Carlos quienes son los que motivan mi caminar, dándome fortaleza y mucha pasión a mi vida.

A mis amigos y a todas las personas que me rodean y que de algún modo me han ayudado directa e indirectamente en el trabajo de esta investigación. A todos y cada uno de ellos, gracias de todo corazón.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMAN

Vicerrector de investigación

Dr. RAUL RABANAL OYARCE

Director de la EPG-UNTRM

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Jorge Luis Maicelo Quintana, identificado con DNI N° 33429798 docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, doy VISTO BUENO al informe de tesis titulado: **"TRATAMIENTO TÉRMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA PULPA DE CAFÉ (Coffea arábica) PARA LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (Cavia porcellus) COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN AMAZONAS"**, elaborado por el Ingeniero Carlos Enrique Quilcate Pairazamán, para optar el grado de Maestro en Gestión para el Desarrollo Sustentable.

Por lo tanto:

Para mayor constancia y validez firmo la presente

Chachapoyas, abril de 2019



Jorge Luis Maicelo Quintana Ph. D.

Asesor

JURADO EVALUADOR



MscM, Yuri Reina Marín
PRESIDENTE



Mg. Jonathan Alberto Campos Trigos
SECRETARIO



Dra. Jenny Clarivel Núñez Marín
VOCAL

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Carlos Enrique Quilcate Pairazamán, identificado con DNI N°

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
"Tratamiento térmico y microbiológico de la pulpa de café (*Coffea arábica*) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) como estrategia de mitigación al cambio climático en la región Amazonas)"
La misma que presento para optar:
El grado académico de maestro.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 12 de diciembre de 2019.



Firma del tesista



ANEXO 6-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (X) / DOCTOR ()**

En la ciudad de Chachapoyas, el día1..... de.....Julio..... del año.....2019....., siendo las7:00 p.m..... horas, el aspirante Bach. Carlos Enrique Quilcate Pairazamán defiende en sesión pública la Tesis titulada: "Tratamiento térmico y microbiológico de la pulpa de café (Coffea arabica) para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus) como estrategia de mitigación al Cambio Climático en la Región Amazonas"

para obtener el Grado Académico de Maestro (X)/Doctor () en Maestro en Gestión Para el Desarrollo Sustentable a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : Msc.M. Yuci Reina Marin
Secretario : Mg. Jonathan Alberto Campos Trigoso
Vocal : Dra. Jenny Clarivel Nuñez Marin



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la Tesis de Maestría (X)/Doctorado (), en términos de:
Aprobado (X) Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las8:00 p.m..... horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis de Maestría (X)/Doctorado ().

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	iv
JURADO EVALUADOR.....	v
DECLARACIÓN JURADA.....	vi
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	26
2.1 Variables de estudio.....	27
2.2 Marco metodológico.....	29
2.3 Población, muestra y muestreo.....	66
2.4 Métodos.....	66
2.5 Análisis estadístico.....	67
III. RESULTADOS.....	68
3.1 Composición nutricional de la pulpa de café.....	68
3.2 Índices productivos en cuyes.....	82

IV.	DISCUSIÓN.....	101
4.1	Composición nutricional de la pulpa de café.....	101
4.2	Indices productivos en cuyes.....	101
V.	CONCLUSIONES.....	103
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
VII.	ANEXOS.....	106

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Producción Nacional de Café- Área Por Regiones	17
Tabla 2. Matriz de Operacionalizacion de Variables del Proyecto de Investigación	28
Tabla 3. Tratamiento Experimental del Plan de Tratamiento a la Pulpa de Café	32
Tabla 4. Tratamiento Experimental	32
Tabla 5. Requerimientos Nutritivos en Cuyes	32
Tabla 6. Humedad de la Pulpa de Café	40
Tabla 7. Materia Seca de la Pulpa de Café	40
Tabla 8. Ceniza en la Pulpa de Café	42
Tabla 9. Extracto Etéreo en la Pulpa de Café	45
Tabla 10. Fibra Cruda en	47
Tabla 11. Proteína Cruda en la Pulpa de Café	51
Tabla 12. Extracto Libre de Nitrógeno en la Pulpa de Café	52
Tabla 13. Fibra Detergente Neutra (FDN) en la Pulpa de Café	55
Tabla 14. Fibra Detergente Acida (FDA) en la Pulpa de Café	58
Tabla 15. Energía Bruta en la Pulpa de Café	59
Tabla 16. Digestibilidad In Vitro de la Pulpa de Café	62
Tabla 17. Calcio en la Pulpa de Café	63
Tabla 18. Fosforo en la Pulpa de Café	63
Tabla 19. Lixiviados en la Pulpa de Café	64
Tabla 20. Demanda Química de Oxígeno en los Lixiviados de la Pulpa de Café	64
Tabla 21. Composición Nutricional de la Pulpa de Café	68
Tabla 22. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Proteína	69
Tabla 23. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Fibra Cruda	70
Tabla 24. Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de Digestibilidad	71

Tabla 25.	Completamente Randomizado AOV para Porcentaje FDA	72
Tabla 26.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje FDN	73
Tabla 27.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de ceniza	74
Tabla 28.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de EE	76
Tabla 29.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de ELN	77
Tabla 30.	Comparaciones Múltiples de Tukey para Porcentaje de ELN	77
Tabla 31.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de Humedad	78
Tabla 32.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de Calcio	80
Tabla 33.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de Fosforo	80
Tabla 34.	Complemente Randomizado para AOV para Kcal/kg de Energía Bruta	81
Tabla 35.	Peso de Inicio (g) de etapa Experimental del T1	83
Tabla 36.	Peso de Inicio (g) de etapa Experimental del T1	83
Tabla 37.	Peso de Inicio (g) de etapa Experimental del T3	84
Tabla 38.	Peso de Inicio (g) de etapa Experimental del T4	84
Tabla 39.	Ración Balanceada para Cuyes en etapa de Recría	85
Tabla 40.	Ración Balanceada para Cuyes en etapa de Crecimiento	86
Tabla 41.	Ración Balanceada para Cuyes en etapa de Acabado	87
Tabla 42.	Complemente Randomizado AOV para Ganancia en Peso en Gramo	88
Tabla 43.	Comparaciones Múltiples de Tukey para Ganancia de Peso en Gramo	89
Tabla 44.	Ganancia de Peso Total (gramos)	89
Tabla 45.	Complemente Racional AOV para consumo de Alimentos en Gramo	90
Tabla 46.	Comparaciones Múltiples de Tukey para Consumo de Alimentos en Gramos	90
Tabla 47.	Consumo de Alimentos Total (gramos)	91
Tabla 48.	Complemente Racionado AOV para conversión Alimenticia	92
Tabla 49.	Comparaciones Múltiples de Tukey para conversión Alimenticio	92

Tabla 50.	Conversión Alimenticia	92
Tabla 51.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de Rendimiento de Cascara	93
Tabla 52.	Comparaciones Múltiples de Tukey para Porcentaje de Rendimiento de Cascara	94
Tabla 53.	Peso Vivo Final (gramos)	94
Tabla 54.	Peso de la Cascara (gramos)	95
Tabla 55.	Rendimiento de Cascara (%)	96
Tabla 56.	Complemente Randomizado AOV para Porcentaje de Merito Económico	97
Tabla 57.	Comparaciones Múltiples de Tukey para Porcentaje de Merito Económico por Tratamiento	97
Tabla 58.	Costo de Alimentación por Cuy (S/.)	98
Tabla 59.	Costo Total por Cuy (S/.)	99
Tabla 60.	Ganancia Total por Cuy (S/.)	99
Tabla 61.	Merito económico por cuy (%)	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Producción nacional de Café- Área por Región (Ha)	18
Figura 2.	Estructura del Fruto y del Grano de Café	20
Figura 3.	Operaciones del Beneficio del Café	21
Figura 4.	Humedad de la Pulpa de Café	40
Figura 5.	Materia Seca en la Pulpa de Café por Tratamiento	41
Figura 6.	Ceniza en la Pulpa de Café por Tratamiento	42
Figura 7.	Extracto Etéreo en la Pulpa de Café por Tratamiento	45
Figura 8.	Fibra Cruda en la Pulpa de Café por Tratamiento	48
Figura 9.	Proteína Cruda en la Pulpa de Café por Tratamiento	51
Figura 10.	Extracto Libre de Nitrógeno en la Pulpa de Café por Tratamiento	52
Figura 11.	Fibra Detergente Neutra en la pulpa de Café por Tratamiento	55
Figura 12.	Fibra Detergente Acida (FDA) en la Pulpa de Café por Tratamiento	58
Figura 13.	Energía Bruta en la Pulpa de Café por Tratamiento	59
Figura 14.	Digestibilidad In Vitro de la Pulpa de Café por Tratamiento	63
Figura 15.	Proteína Cruda Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	70
Figura 16.	Fibra Cruda Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	71
Figura 17.	Digestibilidad In Vitro Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	72
Figura 18.	FDA Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	73
Figura 19.	FDN Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	74

Figura 20.	Ceniza Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	75
Figura 21.	Grasa (EE) Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	76
Figura 22.	ELN Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	78
Figura 23.	Humedad Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	79
Figura 24.	Materia Seca Promedio por Tratamiento en la Pulpa de Café	79
Figura 25.	Energía Bruta Promedio por tratamiento en la Pulpa de Café	82
Figura 26.	Pesos Iniciales de Etapa Experimental por Tratamiento	84
Figura 27.	Ganancia de Peso Total Promedio por Tratamiento	89
Figura 28.	Consumo de Alimento total Promedio por Tratamiento	91
Figura 29.	Conversión Alimenticia Promedio por Tratamiento	93
Figura 30.	Peso Vivo Final por Tratamiento	95
Figura 31.	Peso Final de Carcasa Promedio por Tratamiento	95
Figura 32.	Rendimiento de Cascara Promedio por Tratamiento	96
Figura 33.	Costo de Alimento por Cuy por Repeticiones	98
Figura 34.	Costo de Alimento Promedio por Cuy por Tratamiento	98
Figura 35.	Merito económico por cuy por repeticiones	100
Figura 36.	Merito Económico Promedio por cuy por tratamiento	100

RESUMEN

El objetivo principal del estudio fue determinar el tratamiento térmico y microbiológico más adecuado de la pulpa de café (*Coffea arabica*) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) que se constituya en una estrategia de mitigación al cambio climático en la región Amazonas, recolectando pulpa de café con no más de 36 horas de haberse generado, directamente de las zonas geográficas donde se produce y procesa. Se realizó el secado al sol hasta llegar a una humedad de 25% para luego llevar el producto a la estufa a temperatura constante de 70°C, seguidamente se realizó la preparación de ensilado mediante tratamientos térmico y microbiológico, para luego suministrar a los cuyes según requerimientos nutricionales en la etapa de crecimiento y engorde. Para la comparación de los resultados se empleó el análisis de varianza estadístico de Tukey con un nivel de significancia del 0,05; se utilizó tres (3) tratamientos y un (1) grupo testigo, cada uno con 3 repeticiones. El análisis de los resultados, indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado a 60 días de fermentación con respecto a la composición nutricional de la pulpa de café, dónde se evaluaron proteína, fibra cruda, digestibilidad, FDA, ceniza, EE, ELN, Humedad, P y Ca, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados. Con respecto a los índices productivos en cuyes se encontró diferencia significativa en ganancia de peso y conversión alimenticia, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presentó una media superior (818.37 g y 2.92) a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado.

Palabras claves: Pulpa de café, ensilado, índices productivos, cuyes

ABSTRACT

The main objective of the study was to determine the most suitable thermal and microbiological treatment of coffee pulp (*Coffea Arabica*) for guinea pig feeding (*Cavia porcellus*) that becomes a mitigation strategy to climate change in the Amazon region, collecting pulp of coffee with no more than 36 hours to be generated, directly from the geographical areas where it is produced and processed. The sun was dried until reaching a humidity of 25% and then the product was brought to the oven at a constant temperature of 70 ° C, followed by the preparation of silage by thermal and microbiological treatments, to then supply the guinea pigs nutritional requirements in the stage of growth and fattening. For the comparison of the results, Tukey's statistical variance analysis with a significance level of 0.05 was used; Three (3) treatments and one (1) control group were used, each with 3 repetitions. The analysis of the results indicate that there is no significant difference between treatments for obtaining silage at 60 days of fermentation with respect to the nutritional composition of the coffee pulp, where protein, crude fiber, digestibility, FDA, ash, were evaluated. EE, ELN, Moisture, P and Ca, that is, the thermal treatment and the treatments with commercial microbiological inoculum SIL-ALL at 0.5 g and 1 g produce the same results. Regarding the productive indices in guinea pigs, a significant difference in weight gain and feed conversion was found, that is to say, the control treatment without including coffee pulp presented an upper average (818.37 g and 2.92) to the other treatments, including 10% pulp. Of coffee and various silage methods.

Keywords: Coffee pulp, silage, productive indexes, guinea pigs.

I. INTRODUCCIÓN

Según MINAGRI (2016), el Perú cuenta con 425 415 hectáreas para la producción de café (6% del área agrícola nacional), con un potencial de crecimiento de 2 millones de hectáreas siendo este cultivo el sustento de 223 482 pequeños y medianos agricultores (familias) en las 17 regiones, 67 provincias y 338 distritos; y de este total de hectáreas la región Amazonas cultiva más de 36 171. La Junta Nacional del Café (JNC) menciona que la producción de café en el año 2016 fue superior a las 290 000 TM a nivel nacional, teniendo la región Amazonas una participación superior al 10% de esta producción; por consiguiente, al considerar los rendimientos del fruto de café, reportados por Noriega *et al.* (2009) Y Rodríguez (2010), en el Perú se generan aproximadamente 642 702 TM de pulpa de café fresco al año, y como la participación productiva de la región Amazonas es del 13%, se generan 65 479 TM de pulpa de café las cuales en la actualidad son arrojadas en su mayoría sin ningún análisis técnico-productivo en beneficio del suelo y sin salvaguardar el ambiente.

Tabla 1. Producción Nacional de café – Área por regiones

Región	Área (Ha)	% Participación
Amazonas	42744	10.048
Ancash	26	0.006
Ayacucho	8782	2.064
Cajamarca	73098	17.183
Cusco	52223	12.276
Huancavelica	34	0.008
Huánuco	16819	3.954
Junín	107904	25.364
La Libertad	535	0.126
Lambayeque	1588	0.373
Loreto	1591	0.374
Madre de Dios	37	0.009
Pasco	11429	2.687
Piura	4678	1.100
Puno	8213	1.931
San Martín	93688	22.023
Ucayali	2026	0.476
TOTAL	425415	100.000

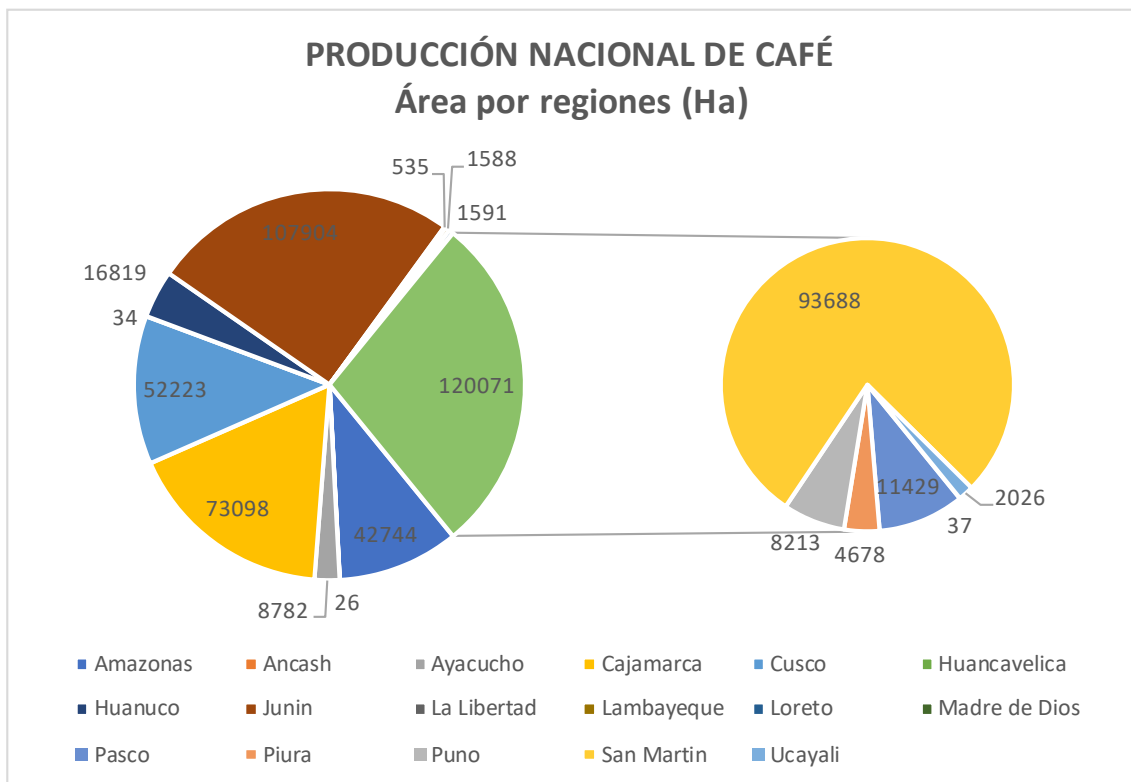


Figura 1. Producción Nacional de café – Área por regiones (Ha)

Los residuos sólidos orgánicos, en general, se consideran potencialmente contaminantes del ambiente con gran dependencia hacia su gestión y tratamiento; encontrando para el caso de la pulpa de café (subproducto industrial) la no existencia de una gestión o tratamiento de estos, sustentado en el Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su Reglamento (D.S. 014-2017 – MINAM), que busque o tenga la finalidad de intentar mantener un cuidado o armonía con el ambiente. Del mismo modo, agregamos que las instalaciones (ubicación y escala) son ajenas a consideraciones de bioseguridad y buena vecindad, ya que, las instalaciones de despulpado de café también tienen implicancias para las prácticas de inocuidad alimentaria y ambiental. Se percibe o evidencia el desconocimiento de las ventajas de trabajar en forma sistemática y en concordancia con el origen de los productos y subproductos agroindustriales aplicando normas que salvaguarden el ambiente con la finalidad de promover el desarrollo sostenible.

Rajarathnam (1991), citado por Rodríguez (2003), manifiesta que en la superficie del planeta se produce mediante el proceso fotosintético más de 155 billones de toneladas de materia orgánica cada año, pero el hombre y los animales aprovechan como alimento

directo solamente una parte de esta materia orgánica, ya que la mayoría no es comestible, convirtiéndose en una gran fuente de contaminación ambiental. Al respecto Orozco *et al.* (2012), explica que tanto el mucilago y la pulpa de café son subproductos involucrados en la generación de aguas residuales con alta concentración de materia orgánica y diversas especies de microorganismos, afectando negativamente la eficiencia de los tratamientos tradicionales, requiriendo hasta cinco meses para la descontaminación total de este tipo de aguas. Demandando con esto la evaluación de diferentes técnicas de tratamiento, que mejoren la eficiencia de los procesos tradicionales.

Según Jaramillo (2003), existe una mala disposición de residuos orgánicos lo que está generando deterioro al ambiente; siendo uno de los impactos más directos la contaminación de fuentes hídricas, tanto superficiales como subterráneas. Esto es porque la descarga del líquido percolado o lixiviado, producto de la descomposición de los residuos orgánicos en los botaderos a cielo abierto, se depositan en lugares inapropiados, disminuyendo el oxígeno disuelto, asimismo, aumenta los nutrientes dando origen a la eutrofización causando la muerte de peces y generando malos olores. También expresa que el segundo impacto es la contaminación del suelo; dado por el abandono y la acumulación de residuos orgánicos generando el envenenamiento de estos. Asimismo, expone como tercer impacto negativo, la contaminación del aire acusando que estos residuos sólidos producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, así como molestias que producen los malos olores. También hace referencia que se generan riesgos indirectos como la proliferación de vectores de enfermedades como las moscas, mosquitos, ratas y cucarachas.

Los problemas más desarrollados documentariamente son la contaminación de las aguas superficiales y las aguas subterráneas, pero, los problemas relacionados a la calidad del aire son en los que menos se ha investigado y difundido, teniendo dentro de estos el destino y efectos del amoníaco, el metano, el dióxido de carbono, el sulfuro de hidrógeno, los compuestos orgánicos volátiles (COV) en general. Los residuos sólidos orgánicos se transforman, por acción microbiana, en metano y otros compuestos como dióxido de carbono, amoníaco, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno, interviniendo cuatro grupos de microorganismos diferentes, el primero es una mezcla de bacterias hidrolíticas (formadoras de ácidos) que por hidrólisis de la materia orgánica forma ácidos grasos de cadena corta y alcohol, el segundo grupo son las bacterias acetogénicas que producen

acetato e hidrógeno, el tercer grupo son bacterias homoacetogénicas, ya que, convierten compuestos orgánicos en ácido acético y el cuarto grupo son las bacterias metanogénicas quienes digieren la materia orgánica (Guillen, 2012).

El proceso del fruto de café para obtener el grano, puede efectuarse de manera húmeda, por la cual, se involucra el despulpado, desmucilado (utilizando agua en ambas), secado del fruto para luego eliminar, por el trillado, las envolturas internas; y la otra vía por la que se puede obtener el grano de café, es fermentando al fruto con todas sus cortezas, el secado y la eliminación de sus envolturas en una sola operación mecánica de trillado. Siendo la vía húmeda la más utilizada de donde 100 kg de frutos de café maduros (cereza de café) generan 20% de café trillado (oro) y el 80% está formado por los llamados subproductos industriales, de los cuales el 40% es pulpa fresca de café (Noriega *et al.* 2009), asimismo, menciona que al ser vertida al ambiente puede ser altamente contaminante. Por otro lado, Calle (1977) citado por Rodríguez (2003), menciona que para el caso del café solamente se utiliza el 9,50% del peso del fruto fresco en la preparación de la bebida y el 90,50% queda en forma de residuo, de los cuales el 41,83% es pulpa de café. Rodríguez (2010), menciona que la pulpa de café, en base húmeda, representa aproximadamente el 44% del peso del fruto fresco y que si no se utiliza adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orinas, por una población de 5,3 habitantes, por cada tonelada de pulpa de café. El resto de componentes es 19,3% de agua de secado, 18% de café oro, 14,5% mucilago y 4,2% cascarilla.

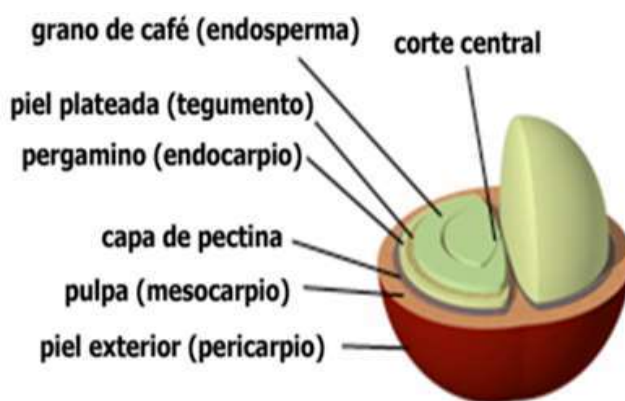


Figura 2. Estructura del fruto y del grano de café.

El constante incremento de residuos sólidos orgánicos en la Región Amazonas está generando una problemática ambiental que afecta a productores, consumidores comerciantes y a un considerable número de personas que frecuentan por esos lugares. En la actualidad los residuos sólidos orgánicos se degradan en las mismas instalaciones donde se hace el despulpado del café y los rellenos sanitarios o lugares que funcionan como tales bajo condiciones anaeróbicas no controladas dando como resultado la generación de gases CH₄ y CO₂, H₂S, lixiviados y fauna no deseable (insectos, roedores entre otros) ocasionando contaminación de suelos, de agua dulce superficial y subterránea y a la atmósfera, además, de los riesgos indirectos (contaminación cruzada) a consecuencia de existencia y proliferación de insectos, roedores y otros (Rodríguez, 2003).

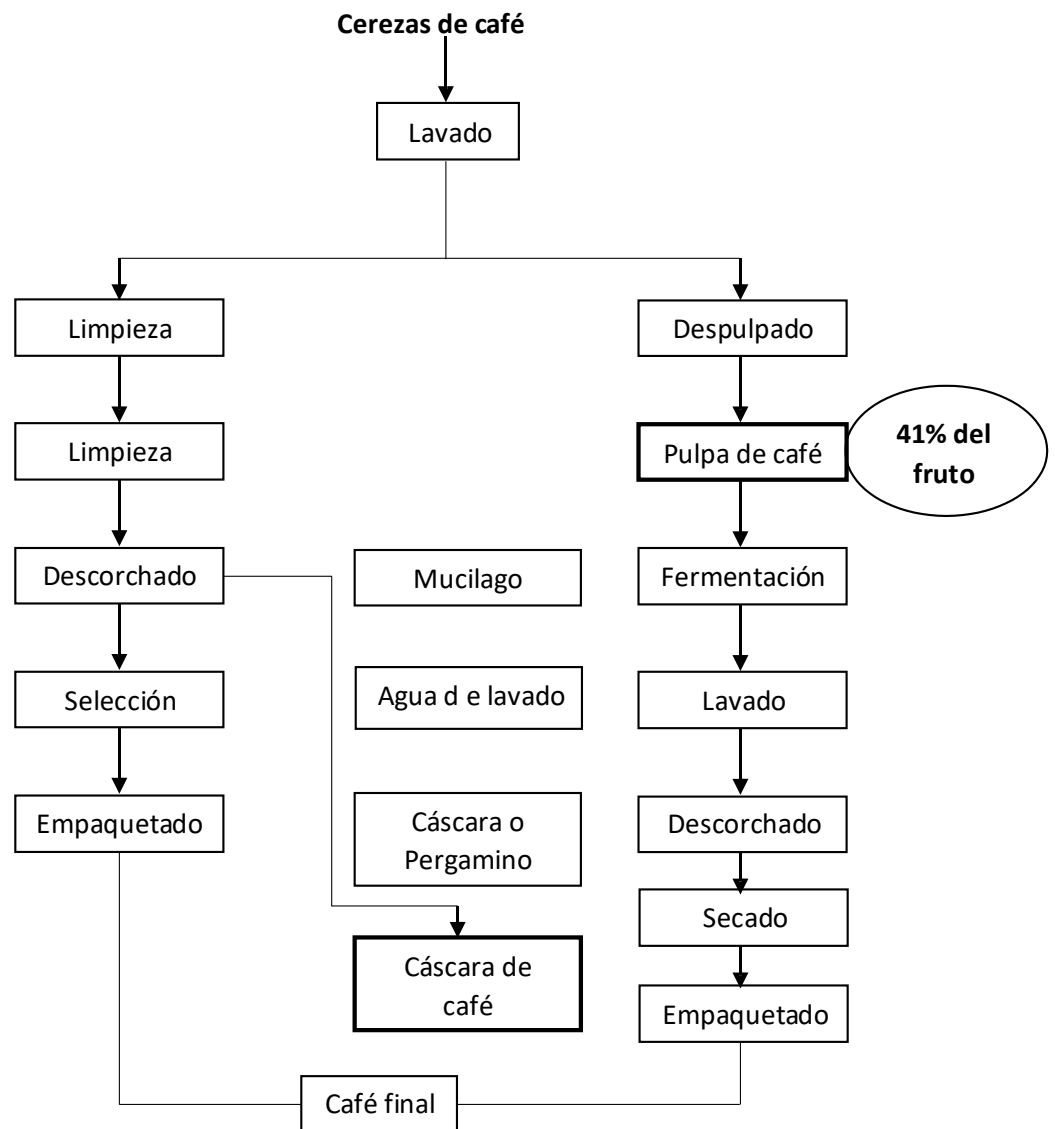


Figura 3. Operaciones del beneficio del café.

Vargas *et al.* (1977) citado por Noriega *et al.* (2008), indica que el uso de pulpa de café (deshidratada) en sustitución de concentrados a razón de 20 %, 40 % y 60% en las dietas alimenticias de terneros muestra una relación inversa con el crecimiento de estos, denotando una disminución significativa ($P < 0.05$) en lo referente al consumo y utilización de nutrientes. También encontró mayor excreción de nitrógeno urinario conforme se aumentó la concentración de pulpa de café en la ración. Las pérdidas de sodio alcanzaron hasta un 800% con respecto al grupo control.

Yalta (2015), realizó una investigación en cuyes donde utilizó pulpa fresca de café secada al sol hasta obtener una humedad de 12% en niveles de 0% (T0), 5% (T1), 15% (T2), 25% (T3) y 35% (T4), publicó que las mayores ganancias de peso, mayores pesos vivos finales, mejores conversiones alimenticias y mayores rendimientos de carcasa se obtuvo en el T1 (5% de harina de pulpa de café) sin encontrar diferencias estadísticas. Con los 4 tratamientos, que incluían harina de café, al evaluar organolépticamente la carcasa del cuy tampoco se encontró diferencias significativas.

Rathinavelu y Grozioni (2005), mencionan que desde el siglo pasado se viene trabajando en la obtención de métodos de utilización a los subproductos del café y producir de ellos abono, enzimas, proteína, bebidas, vinagre, biogás, cafeína, pectina y piensos (alimento balanceado). Siendo para este último caso un producto muy cambiante o de fácil transformación, pero el hecho de poseer cafeína, dentro de su composición química, se ha visto, hasta ahora, como un factor negativo para ser utilizada como alimento animal, sugiriendo que mediante un ensilaje (inoculado con aditivos comerciales) puede conseguirse en 3 ó 4 meses un alimento de muy aceptables características nutricionales adecuados para el uso animal, con lo cual se pueden conseguir ingresos suplementarios a la industria del café. Por otro lado, menciona y resalta su capacidad antioxidante al contener compuestos poli fenólicos, antocianinas, cafeína, taninos, ácidos clorogénicos.

Cuando se habla o describe el inocular la pulpa de café en el ensilaje, se refiere a la adición de alguna bacteria, por lo que, Molina *et al.* (1990) reporta que ha utilizado el *Aspegillus niger* en la fermentación sólida de pulpa de café para alimentar a pollos y cerdos, donde la pulpa de café tuvo una humedad inicial de 80%, un pH de 3,5 con una temperatura de 35°C y utilizando 2,5% de urea comercial y 2% de fosfato dicálcico comercial por 48 horas. Este material, secado al sol, probó tener un contenido de polifenoles, cafeína y fibra significativamente menor que la pulpa original secada al sol. La proteína de la pulpa

ensilada probó ser mayor (18%) que la proteína del material original (5%). Asimismo, concluye que, al encontrar similares resultados con el uso por 8 semanas, en cerdos en crecimiento, en raciones alimenticias con 20% de ambas pulpas, la fermentación o ensilaje de pulpa de café representa una alternativa tecnológica viable para mejorar el valor nutricional del café.

Mühlbach (1999), menciona sobre el uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes, explicando que en un trabajo de investigación con sorgo, cosechado con grano de pasta blanda, con 29% de materia seca (MS) su composición muestra 14% de carbohidratos (CHOs) y 50% de fibra detergente neutro (FDN) en la MS, se agregó una mezcla de bacterias (*Lactobacillus lantarum* y *Streptococcus faecium* (Pioneer brand® 1129) usando $1,1 \cdot 10^5$ UFC/g de forraje fresco) y a los 30 días de fermentación el ensilaje tuvo un valor de 10% de CHOs en la MS, reduciendo el valor del pH en el ensilaje pero no afectó el contenido ni la digestibilidad *in vitro* de FDN o FDA, ni tampoco pudo prevenir el deterioro aeróbico, citando a Froetschel *et al.* (1995) para explicar que en el ensilaje de forraje de sorgo cosechado con grano lechoso (61,5 % FDN), sin tratamiento y con inoculación, esta última aumentó los ácidos láctico, acético y ácidos grasos volátiles totales a valores de 9,2% a 15,3% y la recuperación de la MS aumentó en 7,1% y que en un ensayo de alimentación con novillos, la inoculación no tuvo influencia sobre la digestibilidad de MS o de los componentes de fibra en raciones suplementadas con ensilajes y aquellas donde el ensilaje era el componente principal.

Noriega *et al.* (2008), mencionan que la pulpa generada durante el beneficio del café puede ser ensilada y preservada hasta mejorar sus características nutricionales lo que otorga la posibilidad de utilizar hasta el 30% en raciones de ganado bovino de carne, y hasta 40% en ganado vacuno lechero sin disminuir la producción de leche. En conejos (etapa de crecimiento y engorde), señalan que al evaluar la factibilidad de utilizar la pulpa de café ensilada (con y sin melaza) con inóculo de bacterias ácido lácticas y deshidratada se puede utilizar hasta un 85% de pulpa de café ensilada con melaza, aunque los valores de crecimiento no superaron a los reportados con alimentos comerciales, asimismo señalan que no se requiere del inóculo durante el ensilaje, ya que, no se observó ninguna mejora en las variables estudiadas. Asimismo, menciona que el producto final de la fermentación (ensilaje) puede destinarse a animales poligástricos, monogástricos

(incluido la acuicultura), resaltando sus beneficios actuales en la estructura de los costos al ser incluidos en la elaboración de dietas o raciones.

El trabajo de Noriega *et al.* (2009), consistió en ensilar pulpa de café midiendo sus componentes nutricionales en el día 0, 90, 120 y 240 donde encontró variación en todos sus tenores a través del tiempo de ensilaje, pero es a los 120 días de ensilaje por anaerobiosis que la pulpa de café presentó sus mayores valores de proteína, menores valores de extracto libre de nitrógeno, valores muy bajos de taninos lo que le proporcionan alto valor nutricional y potencialmente podría recomendar para la elaboración de dietas alimenticias para animales.

La creciente conciencia ambientalista direccionada hacia la conceptualización del agotamiento de distintos medios que el planeta ofrece para el hombre, hace que nuestra tendencia sea hacia generar el aprovechamiento sostenido de los recursos (Alfaro y Rodríguez 1994), por ende, la utilización de los residuos agroindustriales contribuye a ser sostenibles a la producción de café en nuestra región y país. Con este proyecto de investigación se busca consolidar el uso de nuevos productos con aporte en proteína, energía, ácidos grasos, minerales, vitaminas, taninos, fenoles y cafeína; y que al culminar con el proceso productivo (tratamiento, formulación del alimento balanceado, alimentación y comercialización) se esté menguando el impacto o contaminación ambiental a consecuencia de la pulpa de café y también se esté agregando valor nutricional a la carne de cuy y convirtiéndose posiblemente en un alimento funcional por su aporte de antioxidantes o tal vez con estos se ayude a un mayor tiempo de conservación de la carne de cuy.

Con el presente trabajo de investigación se quiere dar mayor importancia al aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y hacer que estos adquieran una mayor dimensión dentro del contexto ambiental y la necesidad de reutilizar materias primas o subproductos que son desechados normalmente, por lo tanto, la motivación de efectuar investigaciones, cuyo tema central es el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos independientemente de su origen, es el aprovechamiento de estos, propiciando el manejo de biosistemas integrados que permitirán realizar una producción en forma orgánica sostenible, donde no hay desechos o residuos y por consiguiente no se contamina, además bajo estas prácticas se estaría buscando integrar de manera sostenible los recursos naturales locales.

Se quiere hacer posible, en la región Amazonas, que el tratamiento térmico y microbiológico (ensilaje) de los residuos sólidos orgánicos (pulpa de café) aspire a producir subproductos utilizables y vendibles con valor agregado, tales como componentes de piensos (alimentos balanceados) para la alimentación animal, en donde la cantidad y calidad de la proteína, de la energía y la disponibilidad de otros nutrientes existentes en ellos garantice óptimos estándares de producción animal, así como también una notoria disminución en sus costos.

Por consiguiente la investigación se desarrollará con una perspectiva de cuidado del ambiente contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), lixiviados y olores molestos que afectan a la población y además se busca demostrar que los residuos sólidos orgánicos provenientes de la industrialización del café (pulpa de café) se pueden procesar para obtener alimentos inocuos para nutrición animal, con lo cual también se podrá reducir costos de producción en las especies animales de producción a gran escala.

Objetivo general

Determinar el tratamiento térmico y microbiológico más adecuado de la pulpa de café (*Coffea arábica*) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) que se constituya en una estrategia de mitigación al cambio climático en la región Amazonas.

Objetivos específicos

- ✓ Cuantificar las características bromatológicas de los distintos tratamientos de la pulpa de café.
- ✓ Evaluar los índices productivos del cuy.
- ✓ Determinar el grado de asociación entre los diferentes tratamientos de fermentación.
- ✓ Determinar el grado de asociación entre los diferentes tratamientos alimenticios del cuy.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en los laboratorios del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. La pulpa de café se obtuvo de las principales zonas cafetaleras de la Región Amazonas, ubicadas en las provincias de Rodríguez de Mendoza y Utcubamba.

2.1. Variables de estudio

1. Composición nutricional

- 1.1. Proteína cruda
- 1.2. Humedad
- 1.3. Extracto libre de nitrógeno (ELN)
- 1.4. Grasa (extracto etéreo)
- 1.5. Cenizas
- 1.6. Fibra cruda
- 1.7. Fibra detergente neutro (FDN)
- 1.8. Fibra detergente ácida (FDA)
- 1.9. Calcio
- 1.10. Fósforo
- 1.11. Energía

2. Digestibilidad

- 2.1. Digestibilidad in vitro

3. Índices productivos

- 1.1. Consumo de alimento (CALM).
- 1.2. Ganancia de peso. (GP)
- 1.3. Conversión alimenticia. (CA)
- 1.4. Peso vivo final. (PVF)

1.5. Peso de carcasa. (PC)

1.6. Rendimiento de carcasa. (RC)

4. Características ambientales

1.1. Lixiviados.

1.2. Demanda química de oxígeno (DQO).

2.1.1. Variables

Variables independientes:

1. Tratamiento a la pulpa de café.
2. Nivel de uso.

Variables dependientes:

1. Composición nutricional.
2. Digestibilidad.
3. Índices productivos.
4. Características ambientales.

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de variables del proyecto de investigación.

Hipótesis general	Variable independiente	Definición conceptual	Indicadores	Variables dependientes	Definición conceptual	Indicadores
El tratamiento de pulpa de café mejora sus características nutricionales garantizando que estas sean un aporte para la alimentación de cuyes y se constituyan en una estrategia de mitigación frente al cambio climático en la región Amazonas.	Tratamiento de la pulpa de café (temperatura, tiempo y dosis de inoculante) y Nivel de uso (%)	Son los tratamientos o procesos a los que fue expuesta la pulpa de café y El porcentaje de uso que se obtuvo en cada uno de ellos.	1.-Tratamiento térmico: Temperatura en grados centígrados (de secado).	1. Composición nutricional.	Valores que se obtuvieron como resultado de los tratamientos a los que fue expuesta la pulpa de café.	-Humedad. -Proteína. -Ceniza. -Extracto etéreo -Extracto LN -Fibra cruda -Otros.
			2.- Tratamiento Microbiológico: cantidad recomendada de inoculante (bacterias), tiempo de ensilaje y temperatura de secado.	2. Digestibilidad de la proteína.	Valores que se obtuvieron como resultado de los tratamientos a los que fue expuesta la pulpa de café.	- Digestibilidad.
			3.-Tratamiento Microbiológico: cantidad estimada para investigación de inoculante (bacterias) y temperatura de secado.	3. Índices productivos.	Valores que se obtuvieron durante y al finalizar el proceso productivo de cuyes. También la calidad de carcasa.	-CALM -GP -CA -PVF -PQN -Otros
			4.- 10% de nivel de uso en los 3 tratamientos con la pulpa de café.	4. Características ambientales.	Valores de lixiviados que se obtuvieron durante y al finalizar el proceso de ensilaje y sus respectivos valores en DQO.	-Color -Cantidad en L -pH - DQP(mgO ₂ /L)

2.2. Marco metodológico

2.2.1. Diseño de la investigación

A) Procesamiento térmico de la pulpa de café

El punto más crítico a considerar es la humedad como indicador de haber efectuado un buen secado, ya que, con un exceso en secado se podrían maltratar los componentes nutricionales que en la pulpa de café existen, garantizando al mismo tiempo el no deterioro de los aminoácidos y poder ser utilizados en la inclusión de nuevos ingredientes en las dietas de alimentación animal.

Determinación del método, temperatura y tiempo para el secado de la pulpa de café.

Se recolectó la pulpa de café con no más de 36 horas, de haberse generado, directamente de las zonas geográficas donde se produce y procesa el café. Se realizó un secado al sol (sobre una manta) hasta llegar a una humedad de 25% para luego llevar el producto a la estufa a temperatura constante de 70°C, para evitar el maltrato de los nutrientes a consecuencia de altas temperaturas, hasta llegar a una humedad máxima de 10%.

Variable Independiente: Temperatura en grados centígrados.

B) Procesamiento (ensilaje) microbiológico de la pulpa de café a dosis recomendada.

El punto más crítico a considerar durante el proceso de ensilaje fue la compactación de la pulpa de café y posterior a esto la temperatura interior (del producto ensilado) fue el punto más crítico, ya que, está sólo debe ser elevada durante las primeras 48 horas, como máximo, de iniciado el proceso de ensilaje; luego, al finalizar el proceso de ensilaje microbiológico se tiene que secar el producto, debiéndose tener mucho cuidado con la temperatura y tiempo de secado, por lo que, un exceso de este podría maltratar los componentes nutricionales que en la pulpa de café existen, la humedad también se consideró como un indicador de haber efectuado un buen secado, garantizando por ende el no deterioro de los

aminoácidos y que el producto final pueda ser utilizados en la inclusión de nuevos ingredientes en las dietas de alimentación animal.

Determinación de la cantidad del inoculante para el ensilado y el método, tiempo de ensilado y temperatura para el secado de la pulpa de café después del ensilaje.

Se recolectó la pulpa de café con no más de 36 horas, de haberse generado, directamente de las zonas geográficas donde se produce y procesa el café. El proceso de ensilado se ejecutó en tanques con tapa rosca hermética, acondicionando un caño en la parte inferior para la salida de los lixiviados. El ensilado se preparó con el inóculo microbiológico comercial SIL-ALL (producto seco de fermentación de *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis*). La aplicación de este inoculante fue por aspersion homogénea directamente a la pulpa de café antes de ser ensilada a dosis recomendada por la casa comercial (250 g para 25 TM), utilizando en la presente investigación 0.50 gramos diluidos en 1 litro de agua para 50 kg de pulpa de café fresca (75% de humedad). El tiempo de fermentación del ensilado fue de 60 días, posterior a esto se cosechó el nuevo sustrato al cual se le realizó un secado al sol (sobre una manta) hasta llegar a una humedad de 25% para luego llevar el producto a la estufa a temperatura constante de 70°C, para evitar el maltrato de los nutrientes a consecuencia de altas temperaturas, hasta llegar a una humedad máxima de 10%.

Variable Independiente: Dosis del inoculante, tiempo de ensilado en días, temperatura en grados centígrados del secado.

C) Procesamiento (ensilaje) microbiológico de la pulpa de café a dosis de investigación.

El punto más crítico durante el proceso de ensilaje fue la compactación de la pulpa de café y posterior a esto la temperatura interior (del producto ensilado) convirtiéndose en el punto más crítico, ya que, está sólo debe ser

elevada durante las primeras 48 horas, como máximo, de iniciado el proceso de ensilaje; luego, al finalizar el proceso de ensilaje microbiológico se realizó el secado del producto, teniendo mucho cuidado con la temperatura y tiempo de secado, por lo que, un exceso de este podría maltratar los componentes nutricionales que en la pulpa de café existen, la humedad también fue un indicador de haber efectuado un buen secado, garantizando por ende el no deterioro de los aminoácidos y que el producto final pueda ser utilizados en la inclusión de nuevos ingredientes en las dietas de alimentación animal.

Determinación de la cantidad del inoculante para el ensilado y el método, tiempo de ensilado y temperatura para el secado de la pulpa de café después del ensilaje.

Se recolectó la pulpa de café con no más de 36 horas, de haberse generado, directamente de las zonas geográficas donde se produce y procesa el café. El proceso de ensilado se realizó en tanques con tapa rosca hermética, asimismo se le adicionó un caño en la parte inferior para la salida de los lixiviados. El ensilado se preparó con el inóculo microbiológico comercial SIL-ALL (producto seco de fermentación de *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis*). La aplicación de este inoculante fue por aspersion homogénea directamente a la pulpa de café antes de ser ensilada a dosis doble de lo recomendada por la casa comercial (250 g para 25 TM), que para la investigación fue de 1.00 gramo diluidos en 1 litro de agua para 50 kg de pulpa de café fresca (75% de humedad). El tiempo de fermentación del ensilado fue de 60 días, posterior a esto se cosechó el nuevo sustrato al cual se le realizó un secado al sol (sobre una manta) hasta llegar a una humedad de 25% para luego llevar el producto a la estufa a temperatura constante de 70°C, para evitar el maltrato de los nutrientes a consecuencia de altas temperaturas, hasta llegar a una humedad máxima de 10%.

Variable Independiente: Dosis del inoculante, tiempo de ensilado en días, temperatura en grados centígrados del secado.

Tabla 3. Tratamiento experimental del plan de tratamientos a la pulpa de café.

Tratamientos	Testigo	Térmico	Microbiológico (0.50 g/50 kg)	Microbiológico (1.0 g /50 kg)
	T1	T2	T3	T4
Nivel de uso de Pulpa de café	0%	10%	10%	10%
Repetición 1	3	3	3	3
Repetición 2	3	3	3	3
Repetición 3	3	3	3	3
Repetición 4	3	3	3	3
Repetición 5	3	3	3	3

Tabla 4. Tratamiento Experimental.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
T – 1	0% de pulpa de café con 5 repeticiones
T – 2	10% de pulpa de café deshidratada con 5 repeticiones
T – 3	10% de pulpa de café ensilada con bacterias y deshidratada al final del ensilaje con 5 repeticiones
T – 4	10% de pulpa de café ensilada con bacterias a doble dosis y deshidratada al final del ensilaje con 5 repeticiones

Tabla 5. Requerimientos nutritivos en cuyes.

NUTRIENTE / CATEGORIA	RECRÍA	CRECIMIENTO	ACABADO
Energía digestible (Mcal/kg)	2.90	3.02	3.12
Proteína Cruda (%)	21.00	19.30	18.40
Fibra Cruda (%)	14.43	14.45	14.24
Grasa (%)	3.91	4.06	5.25
Ceniza (%)	7.35	6.92	6.85
Calcio (%)	1.06	1.05	1.01
Fosforo (%)	0.49	0.47	0.43

Fuente: Elaboración propia 2017 – Chachapoyas

2.2.2. Material, métodos y técnicas

Materiales de campo

- ✓ Balanza
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Cinta masking tape
- ✓ Marcador
- ✓ Botas de jebe
- ✓ Costales
- ✓ Libreta de apuntes

Materiales de laboratorio

Equipos:

- ✓ Balanza analítica sensible 0.1 mg
- ✓ Bomba calorimétrica PARR 6200
- ✓ Cocina eléctrica o calentador de agua
- ✓ Desecador con deshidratante adecuado
- ✓ Equipo de titulación
- ✓ Equipo Kjeldahl
- ✓ Estufa de aire 103 ± 2°C (Ecocell, EE.UU.)
- ✓ Extractor soxhlet
- ✓ Incubadora Daysi II
- ✓ Mufla regulada a 550 ± 25 °C
- ✓ Sellador eléctrico
- ✓ Sistema de extractor de fibras

Instrumentos:

- ✓ Asa de inserción
- ✓ Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa de aluminio
- ✓ Crisol de vidrio
- ✓ Crisoles o capsulas de porcelana, sílice o platino
- ✓ Filtro – bolsas (F57)
- ✓ Gradilla de alineación
- ✓ Gradilla para cartuchos de extracción

- ✓ Gradilla porta vasos
- ✓ pH metro digital
- ✓ Pinza magnética para manipulación de cartuchos
- ✓ Pinza para manipulación de vasos
- ✓ Pipeta de 10 ml
- ✓ Potenciómetro digital
- ✓ Regulador de CO₂
- ✓ Soporte de cartuchos
- ✓ Tanque de CO₂
- ✓ Termómetro
- ✓ Tubo de alineación

Reactivos:

- ✓ Acetona
- ✓ Ácido bórico
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Ácido sulfúrico 1 N
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado, p.a.
- ✓ Anhídrido fosfato disódico (Na₂HPO₄)
- ✓ Borato de sodio (Na₂B₄O₇ · 10H₂O) 6.81 g/L
- ✓ Bromuro de cetiltrimetilamonio (grado téc.) ClgH₄₂BrN 20 g/l
- ✓ Butanodiol (C₄H₁₀O₂) 10 ml/L
- ✓ Carbonato de sodio
- ✓ Cloruro de sodio
- ✓ Decahidrato de borato de sodio (Na₂B₄O₇ · 10 H₂O)
- ✓ EDTA- sal di sódica (N₂Na₂O₈) 18.61 g/L
- ✓ Etanol al 95%.
- ✓ Éter de petróleo P.E. 40-60°C
- ✓ Éter etílico P.E. 40-60°C
- ✓ Etilendiaminotetraacetato disódico (EDTA, C, OH, .N₂Na₂O₈)
- ✓ Etilhexanol (C₈H₁₈ O)
- ✓ Fosfato di sódico industrial (Na₂HPO₄) 4.56g/L
- ✓ Hidróxido de sodio

- ✓ Indicador mixto N° 5 o 4.8
- ✓ Lauril sulfato de sodio neutro (C¹²H₂₅NaO.S)
- ✓ Octanol.
- ✓ Perlas de vidrio
- ✓ Peróxido de hidrógeno (2 2 30 % v/v) p.a.
- ✓ Silicona antiespumante o agente antiespumante
- ✓ Sulfato cúprico, p.a.
- ✓ Sulfato de cobre (tabletas o en polvo).
- ✓ Sulfato de potasio (tabletas o en polvo).
- ✓ Sulfato de sodio
- ✓ Sulfito de sodio anhídrido (sulfito de sodio) ((Na₂SO₃)
- ✓ Sulfito de sodio anhidro (Na₂SO₃)
- ✓ 2-etoxietanol

Buffer “A”

- ✓ Fosfato de potasio monobásico KH₂ PO₄
- ✓ Sulfato de magnesio heptahidratado MgSO₄ 7H₂O
- ✓ Cloruro de sodio NaCl
- ✓ Cloruro de calcio hidratado CaCl₂ 2H₂O
- ✓ Urea (grado reactivo)

Buffer “B”

- ✓ Carbonato de sodio Na₂ CO₃
- ✓ Sulfuro de sodio Na₂ S 9H₂O

Otros:

- ✓ Termo (2) capacidad 2 L c/u o 3 – 4 de 1.5 litros
- ✓ Gasas de filtración
- ✓ Vasos de precipitación de 1 y 2 litros
- ✓ Baldes de 5 L
- ✓ Marcadores
- ✓ Papel filtro # 91 o cartucho de celulosa
- ✓ Tamiz de malla de 1 mm
- ✓ Vasos de aluminio

Análisis fisicoquímico

Determinar según la AOAC (Association of Official Analytical Chemists. 2005): Las muestras se analizaron en el laboratorio de nutrición animal de la UNTRM, donde se realizó el análisis fisicoquímico que consta de:

- ✓ Humedad (%H),
- ✓ Proteína cruda (nitrógeno total) (%PT),
- ✓ Fibra cruda (%FC),
- ✓ Fibra Detergente Acida FDA
- ✓ Fibra Detergente Neutra FDN
- ✓ Extracto Etéreo - Lípidos (%G),
- ✓ Ceniza (%Cz)
- ✓ Extracto libre de nitrógeno (%ELN).
- ✓ Calcio (%Ca)
- ✓ Fosforo (%P)
- ✓ Digestibilidad in vitro (%Dig)

Métodos de determinación analítica en laboratorio

Humedad: Método gravimétrico (Según AOAC 2005 y NTP-ISO 6496-2005).

Proteínas totales: Método de Kjeldahl (AOAC, 2005) Según el método 2005.11

Extracto etéreo: Método: Extracción continua en soxhlet con éter Según el método 920.85

Cenizas: Método: Calcinación directa (AOAC, 2005) Según el método 940.26.

Calcio: Método: Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama. Método AOAC 985.35 (AOAC, Official Methods of Analysis, 2005) Cp. 50, p.15.

Fosforo: Método: Espectrofotometría (AOAC, 2005)

Fibra cruda: Método: Hidrólisis ácida y básica (AOAC, 2005). Según el método 113

Energía bruta: por la técnica de calorimetría (Bateman, 1970)

Digestibilidad in vitro: Prueba de digestibilidad A.O.A.C. 971.09 (AOAC, 2005).

Variables medidas

Los diferentes componentes nutricionales evaluados, se ha trabajado en base a metodologías según Association of Official Analytical Chemists. AOAC (2005).

Humedad

Se determinó por el método de secado en una estufa al vacío a 105°C, por un periodo de 12-24 horas (hasta un peso constante) (método 925.09) según la AOAC.

Proteína Cruda (PT)

Se determinó mediante el método de Kjeldhal automático, el cual comprende tres fases: digestión, destilación y titulación, obteniendo como resultado final la cantidad de nitrógeno total (método 928.08) según la AOAC.

Extracto etéreo (EE)

Se determinó por el método de extracción con solvente orgánico mediante el método Soxhlet (método 920.39) según la AOAC.

Fibra cruda (FC)

Se obtuvo mediante la eliminación de los carbohidratos solubles por hidrólisis a compuestos más simples (Azúcares), mediante la acción de los ácidos y álcalis en caliente (método 962.09) según la AOAC.

Ceniza (CZA)

Se determinó, mediante la eliminación de materia orgánica por calcinación a 550°C por 7 horas (método 942.05) según la AOAC.

Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Obtenida por diferencia, alrededor de 100 del resultado de: humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y proteína cruda (método 923.03) según AOAC.

Calcio (Ca) y fósforo (P)

El calcio se determinó por la técnica de precipitación como oxalato insoluble de sus soluciones amoniacales (método 927.02). El fósforo se determinó por la

técnica de precipitación de fosfatos o pirofosfatos se convierten en ortofosfatos por tratamiento con ácido nítrico. El precipitado se recogió, disolvió en álcali y se retitulo con ácido normal. Las proteínas de origen vegetal contienen fitatos, limitando su disponibilidad del fósforo (método 965.17) según AOAC.

Fibra detergente Neutra (FDN)

Se obtuvo mediante la separación de componentes nutricionales solubles de los que no son aprovechables.

Se determinó el grado de digestibilidad de las fibras, en el alimento la muestra fue digerida en una solución de cetil-trimetil-amonio y ácido sulfúrico y el residuo se consideró como la fibra no digerible (método 937.18) según la AOAC.

Fibra detergente Acida (FDA)

Se obtuvo mediante la separación de componentes nutricionales solubles de los que no son aprovechables.

Se determinó el grado de digestibilidad de las fibras, en el alimento la muestra fue digerida en una solución de acetil-trimetil-amonio y ácido sulfúrico y el residuo se consideró como la fibra no digerible (método 937.19)

Energía calorífica:

Se obtuvo mediante la bomba calorimétrica: Para determinar el poder calórico, se utilizó el calorímetro Isoperibólico 6200, modelo 6200 estilo 1108 PARR Calorimeter. País de fabricación USA. El procedimiento utilizado se establece en el Anexo 4.

Determinación de variables

Determinación de Humedad

Materiales

- ✓ Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa o vasos de aluminio
- ✓ Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa o vasos de aluminio

Equipos

- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- ✓ Desecador con deshidratante adecuado
- ✓ Estufa regulada a 105 ± 2 °C

Procedimiento

- ✓ Efectuar el análisis en duplicado
- ✓ Colocar la cápsula destapada y la tapa durante al menos 1 hora en la estufa a la temperatura de secado del producto.
- ✓ Empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Pesarse la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrar (m1).
- ✓ Pesarse 5 g de muestra previamente homogeneizada. Registrar (**m2**).
- ✓ Colocar la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado 105 °C x 5 - 7 horas.
- ✓ Tapar la cápsula con la muestra, sacarla de la estufa, enfriar en desecador durante 30 a 45 min.
- ✓ Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg (**m3**).

Cálculos y Expresión De Resultados

La humedad del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Donde:

m1 = masa de la capsula o vaso vacío en gramos

m2 = masa de la capsula o vaso con la muestra antes del secado, en gramos

m3 = masa de la capsula o vaso + muestra desecada, en gramos

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con los decimales.

Repetibilidad: la diferencia de los resultados no debe ser superior al 5% del promedio

En el informe de resultado, se indicará método utilizado, identificación de la muestra, temperatura, tiempo de secado y resultado promedio obtenido de las muestras en duplicado.

Tabla 6. Humedad de la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Humedad	74.55	70.25	72.38
	73.28	73.14	72.45
	72.59	71.42	71.97
Promedio	73.47	71.60	72.27

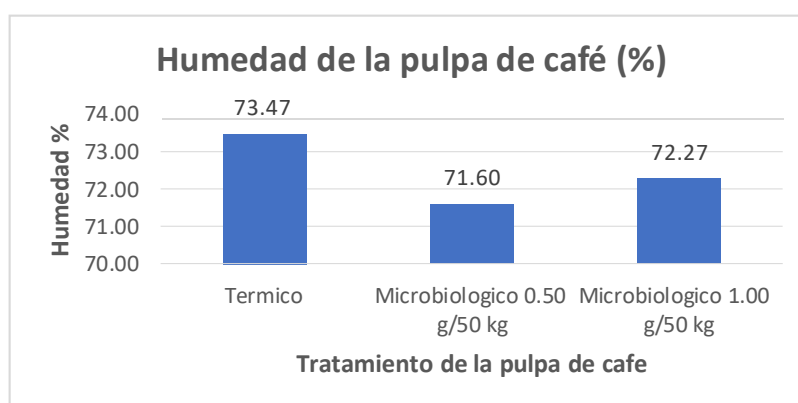


Figura 4. Humedad de la pulpa de café

Determinación de materia seca

- Para la determinación se recolecto 100 gr de muestra, se llevó a la estufa Ecocell donde se deshidrato a 70⁰C de temperatura por 22 horas.

$$\% = \frac{\text{Materia Seca}}{\text{Muestra}} \times 100$$

Tabla 7. Materia seca de la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Materia Seca %	25.45	29.75	27.62
	26.72	26.86	27.55
	27.41	28.58	28.03
Promedio	26.53	28.40	27.73

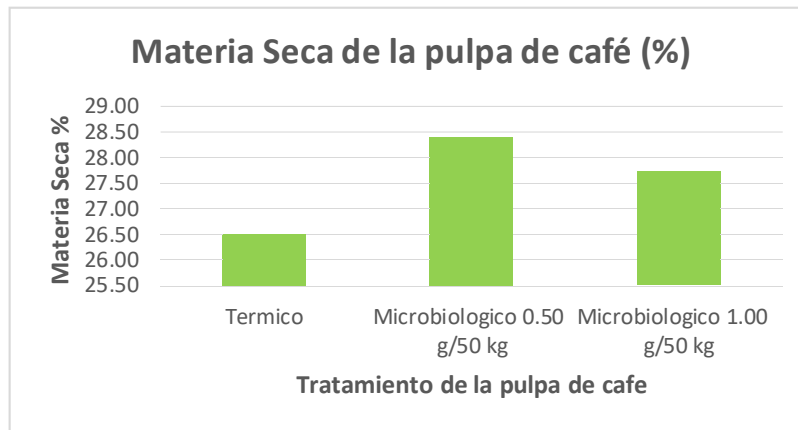


Figura 5. Materia seca en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de cenizas

Materiales

- ✓ Crisoles o cápsulas de porcelana, sílice o platino
- ✓ Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, óxido de calcio u otro)

Equipos

- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- ✓ Mufla regulada a 550 ± 25 °C
- ✓ Material usual de laboratorio.

Procedimiento

- ✓ Efectuar el análisis en duplicado
- ✓ Colocar la cápsula limpia en la estufa a 105 °C, llevarlo la cápsula a un desecador para que se enfríe a temperatura ambiente y pesarlo, siempre empleando pinzas de metal para prevenir la absorción de humedad.
- ✓ Pesar al 0.1 mg en una capsula previamente secada, pesada y tarada (m0) 2 gramos de muestra homogenizada (m1)
- ✓ Precalcinar previamente la muestra para evitar la inflación en una placa calefactora, luego colocar en la mufla e incinerar a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas o grisáceas
- ✓ Pre enfriar en la mufla apagada y si no se logra cenizas blancas o grisáceas, humedecerlas con agua destilada, secar en baño de agua y someter nuevamente a incineración.
- ✓ Retirar las muestras de la mufla a un desecador dejar enfriar y pesar

Cálculos y expresión de resultados

La humedad del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ z} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Donde:

m₂ = masa en gramos de la cápsula con las cenizas

m₁ = masa en gramos de la cápsula con la muestra

m₀ = masa en gramos de la cápsula vacía

Promediar los valores obtenidos y expresar en resultado con 2 decimales.

Repetibilidad: la diferencia de los resultados no debe ser superior a 2% del promedio

Tabla 8. Ceniza en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Ceniza	6.02	6.99	6.36
	6.95	7.14	6.94
	7.28	7.53	7.03
Promedio	6.75	7.22	6.78

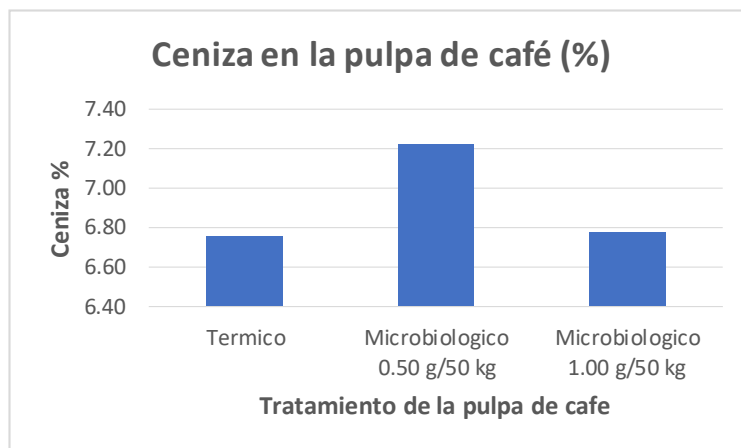


Figura 6. Ceniza en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de extracto etéreo

Materiales:

- ✓ Papel filtro # 91 o cartucho de celulosa
- ✓ Tamiz de malla de 1 mm
- ✓ Vasos de aluminio
- ✓ Soporte de cartuchos
- ✓ Tubo de alineación
- ✓ Pinza para manipulación de vasos
- ✓ Pinza magnética para manipulación de cartuchos
- ✓ Gradilla para cartuchos de extracción
- ✓ Gradilla porta vasos
- ✓ Gradilla de alineación
- ✓ Asa de inserción

Equipos:

- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- ✓ Sistema extractor Soxhlet
- ✓ Estufa de aire 103 ± 2°C

Reactivos:

- ✓ Éter etílico P.E. 40-60°C
- ✓ Éter de petróleo P.E. 40-60°C

Procedimiento:

- ✓ Preparación de la muestra: En muestras con mucha humedad homogeneizar y secar a 103± 2 °C en estufa de aire, considerando el tipo de muestra.
- ✓ Moler y pasar por tamiz de malla de 1 mm
- ✓ Determinación: Poner a secar en una estufa 103 ±2 °C los vasos de aluminio a utilizar por un periodo de 30 minutos, para luego llevarlo a un desecador, hasta enfriar a T° ambiente, y luego pesarlo. **(p1)**
- ✓ Pesarse de 2 a 5 (estandarizado 3) gramos de la muestra preparada en el cartucho de celulosa o papel filtro (tarado). **(p)**.

- ✓ Pesar en balanza de precisión con exactitud de 0.0001 mg. (Los cartuchos se deben manipular con guantes o con pinzas para evitar interferir en los datos de grasa. Si se utiliza papel filtro empaquetarlo para luego ser transportado al cartucho de celulosa)
- ✓ Colocar los cartuchos contenido la muestra en el extractor de grasa adherido al soporte de cartuchos
- ✓ Adicionar 50 A 60 ml de hexano o éter de petróleo a cada muestra (vaso de aluminio) y ponerlo en el equipo para empezar el proceso
- ✓ Fijar el programa adecuado, y encender el equipo de refrigeración, para dar inicio al proceso de determinación de grasa total.
- ✓ El proceso de extracción dura aproximadamente 3 horas, tiempo en el cual el solvente calentado a 120°C, va pasando por las muestras para extraer la grasa. los solventes con la grasa disuelta caen en el vaso de aluminio y se evapora, siendo recuperado al pasar por el serpentín de refrigeración.
- ✓ La grasa extraída queda depositada en el vaso de aluminio.
- ✓ Trascurrido el tiempo de extracción sacar los vasos del equipo e introducir a una estufa a 103 ±2 °C, por un periodo de 2 a 3 horas, con la finalidad de eliminar algún residuo hexano o éter de petróleo.
- ✓ Retirar los vasos de la estufa, contenido la grasa a un desecador con desecante (sílice-gel), hasta enfriara a T° ambiente, y luego pesarlo. **(P2)**

Cálculos y expresión de resultados

La cantidad de grasa del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ . . .} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Donde:

p1 = es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuos de grasa de la muestra

p2 = peso del vaso vacío

p = es el peso de la muestra empleada. el valor de grasa obtenida corresponde al % de G en el 100% de la materia seca, por lo que en aquellos alimentos que se consuman en frescos los valores deber ser expresados peso fresco realizado la corrección correspondiente con el porcentaje de humedad.

Tabla 9. Extracto etéreo en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Extracto Etéreo	1.63	1.53	1.51
	1.61	1.55	1.51
	1.54	1.57	1.54
Promedio	1.59	1.55	1.52

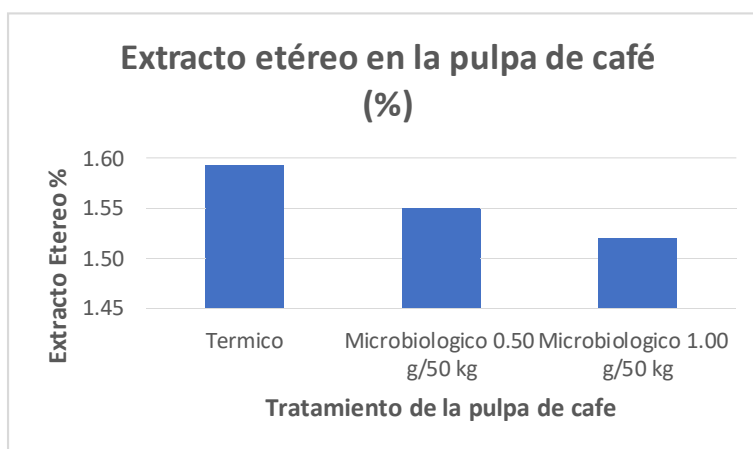


Figura 7. Extracto etéreo en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de fibra cruda.

Materiales:

- ✓ Crisol de vidrio
- ✓ Material usual de laboratorio

Equipos

- ✓ Sistema de extractor de fibras
- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- ✓ Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, oxido de calcio u otro)
- ✓ Estufa regulada a 105 ± 2 °C
- ✓ Horno mufla

Reactivos

- ✓ Solución de ácido sulfúrico 0.255 N (1.25 g de H₂SO₄ / 100 ml). La concentración debe ser chequeada por titulación
- ✓ Solución de hidróxido de sodio 0.313 N (1,25 g de NaOH / 100 de agua libre de Na₂CO₃). La concentración debe ser chequeada por titulación
- ✓ Silicona antiespumante o agente antiespumante
- ✓ Etanol al 95%.
- ✓ Perlas de vidrio
- ✓ Éter de petróleo, P.E. 40 – 60 °C. (En el caso que la muestra no haya sido desgrasada)

Procedimiento:

Preparación de la muestra:

- ✓ Homogenizar, secar 105 ± 2 °C en estufa de aire o a 70 °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra.
- ✓ Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.
- ✓ Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1%
- ✓ Digestión **Alcalina**: Pesar a 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra exenta de grasa, en el crisol de vidrio (secado y tarado), realizar el análisis por duplicado.
- ✓ Agregar 150 ml de H₂SO₄ a 0.255 N, hirviente o precalentado, 3 – 5 gotas de antiespumante y perlas de vidrio
- ✓ Dejar hervir por un periodo de 30 minutos, desde el inicio de la ebullición
- ✓ Luego filtrar o drenar el ácido sulfúrico con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción ácida.
- ✓ Dejar hervir por un periodo de 30 minutos, desde el inicio de la ebullición
- ✓ Luego filtrar o drenar el hidróxido de sodio con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción alcalina.
- ✓ Realizar un último lavado con agua des ionizada fría destinada a enfriar los crisoles.
- ✓ Lavar 3 veces el contenido de filtro con 25 ml de acetona, agitar cada muestra por aire comprimido.

- Retirar los crisoles del extractor de fibras, llevarlos a una estufa a 105 ± 2 °C, durante 3 horas hasta obtener un peso constante. Para luego llevarlo a un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener temperatura ambiente. **Este peso representa el contenido de fibra cruda más cenizas (F1)**
- Se llevará los crisoles a un horno mufla y se incineraran a $550 \text{ °C} \pm 20^\circ \text{ C}$, por un periodo de 5 a 7 horas.
- Retirar los crisoles contenido la ceniza, para ser puestos en un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener T° ambiente en las muestras. **Este peso representa la cantidad de cenizas en la muestra (F2).**
- La cantidad de la muestra que se use depende de la naturaleza de ella y el equipo a utilizar.

Cálculos y Expresión de Resultados

La cantidad de fibra cruda del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \quad U = \frac{\quad}{\quad}$$

Donde:

f1 = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa

f2 = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado.

W = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente.

Tabla 10. Fibra cruda en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Fibra Cruda	13.28	12.64	12.28
	12.98	13.04	13.11
	13.11	13.12	12.87
Promedio	13.12	12.93	12.75

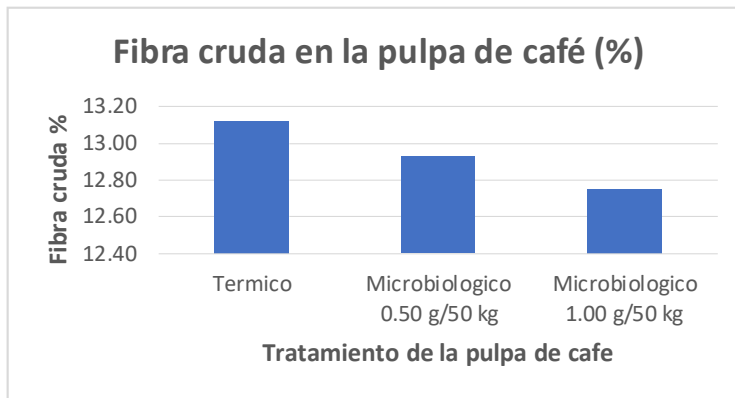


Figura 8. Fibra cruda en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de proteína

Materiales:

- ✓ Gradilla porta tubos
- ✓ Tubos de digestión
- ✓ Colector de humus
- ✓ Soporte de gradilla
- ✓ Soporte de colector de humus
- ✓ Sistema scrubber
- ✓ Matraces Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Papel filtro endurecido, sin cenizas (Whatman N ° 541 o similar).
- ✓ Elementos de protección personal (guantes para ácido, antiparras)
- ✓ Material usual de laboratorio

Equipos

- ✓ Equipo de digestión (bloque digestor o cocina de digestión)
- ✓ Bomba de vacío de circulación de agua
- ✓ Equipo de destilación
- ✓ Equipo de titulación
- ✓ Balanza analítica sensibilidad 0.1 mg

Reactivos

- ✓ Ácido sulfúrico concentrado H_2S_4
- ✓ Peróxido de hidrógeno (N_2O_2 30 % v/v) p.a.

- ✓ Catalizador (sulfato de potasio 15g + sulfato de cobre 0.45g) (tabletas o en polvo).
- ✓ Indicador mixto N° 5 o 4.8, para valoraciones de amoniaco.
- ✓ Solución de ácido bórico al 4% m/v.
- ✓ Solución NaOH al 40 % m/v.
- ✓ solución de ácido clorhídrico, aprox. 0.250 N
- ✓ Solución de Na_2CO_3

Procedimiento

Para el análisis de nitrógeno total de una muestra se realiza mediante 3 procesos:

Digestión:

- ✓ Realizar la muestra en duplicado
- ✓ Pesar 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra homogenizada, en papel filtro libre de nitrógeno, luego agregar 1 tableta o 5 g de catalizador
- ✓ Colocar muestra y catalizador en tubo de digestión
- ✓ Agregar 15 a 20 ml de H_2SO_4 concentrado p. a. + 3 ml de H_2O_2
- ✓ Colocar los tubos en el sistema de digestión (bloque digestor)
- ✓ Tapar los tubos con el colector de humus
- ✓ Adicionar a la bomba de vacío 10 L de agua + 20 g de Na_2CO_3
- ✓ Adicionar a la unidad Scrubber 600 ml de agua a cada botellón (2 unidades) + 150g de Na_2CO_3
- ✓ Poner en funcionamiento el sistema de bomba de vacío y unidad Scrubber (sistema de extracción de humus)
- ✓ Realizar el proceso de digestión en 3 pasos
- ✓ Paso 1: 125°C 30 min Extraer humedad
- ✓ Paso 2: 300°C 30 min Controlar humus blancos
- ✓ Paso 3: 400°C 60 – 90 min Mineralización del amoniaco
- ✓ El proceso de digestión termina cuando el contenido del tubo sea un líquido trasparente nítido con coloración azul claro, verde o amarillo, dependiendo del catalizador. No deben quedar restos negros adheridos a las paredes del tubo de digestión.

- ✓ Antes de retirar las muestras del bloque digestor, dejar enfriar 30 – 60 minutos, con la extracción de humus conectado.
- ✓ Para luego dejar enfriar a temperatura ambiente.

Destilación automática

- ✓ Añadir 25 ml de agua destilada en cada tubo. Añadir el agua despacio agitando constantemente sin dejar solidificar la muestra
- ✓ Si la muestra esta solidificada colocar nuevamente al digestor caliente y dejar enfriar a T° ambiente.
- ✓ Colocar el tubo con la muestra en el equipo de destilación.
- ✓ Programar una dosificación de 50 a 75 ml de NaOH, (dependiendo de la cantidad de nitrógeno de la muestra, la cantidad dosificada de NaOH será correcta cuando la muestra este totalmente de color azul), muestras con alto contenido de nitrógeno requerirán mayor cantidad de NaOH, mientras que muestras con bajo contenido de nitrógeno requerirán menor cantidad de NaOH. La solución de NaOH debe estar libre de sales de amonio para evitar su interferencia con el resultado
- ✓ Dosificar al colector 55 ml de Indicador ácido bórico, que contiene (40 g de ácido bórico + 10 ml de indicador mixto N° 4.8 o 5; por litro de solución), (el indicador mixto contiene 0.2% de verde de bromocresol + 0.2% rojo de metilo). El cual servirá para recibir el destilado (borato de amonio).
- ✓ El indicador ácido bórico debe estar entre un rango de absorbancia de 0.630 – 0.670 nm, si es superior o inferior a estos parámetros, se tendrá problemas en la titulación. Una vez realizado todos los parámetros establecidos anteriormente, se procederá con la destilación automática.
- ✓ La destilación termina cuando ya no pasa más amoniaco al colector aproximadamente de 5 – 7 minutos. para luego ser titulada.

Titulación

- ✓ El borato de amonio recibido en el colector o matraces Erlenmeyer, será titulada con Hcl de normalidad conocida o con $H_2S_{4.}$

- El ácido reacciona con el borato de amonio y un pequeño exceso de ácido provocara un cambio del PH y el consiguiente viraje (color rosado)

Cálculos y Expresión De Resultados

La cantidad de nitrógeno de la muestra se obtiene por la siguiente muestra.

$$\% = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Donde:

P1 = es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuos de grasa de la muestra

p2 = peso del vaso vacío

p = es el peso de la muestra empleada. el valor de grasa obtenida corresponde al % de G en el 100% de la materia seca, por lo que en aquellos alimentos que se consuman en frescos los valores deber ser expresados peso fresco realizado la corrección correspondiente con el porcentaje de humedad

Tabla 11. Proteína cruda en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Proteína Cruda %	10.07	10.29	10.31
	10.43	11.06	10.26
	10.38	10.88	11.01
Promedio	10.29	10.74	10.53

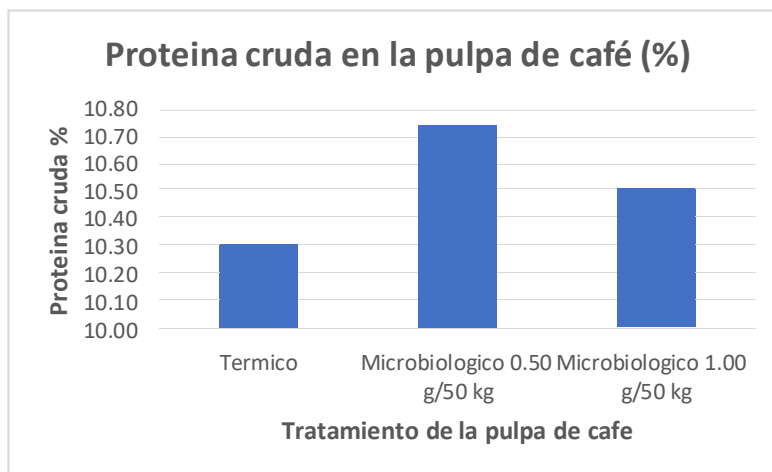


Figura 9. Proteína cruda en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de ELN.

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\% = - (\% + \% + \% + \% + \%)$$

Donde:

%H = % humedad

%MM = % cenizas

%PC= % proteína cruda

%EE = % extracto etéreo

%FC = % fibra cruda

Tabla 12. Extracto libre de nitrógeno en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
ELN	57.66	53.22	54.24
	56.75	54.69	54.33
	57.36	55.07	55.84
Promedio	57.26	54.33	54.80

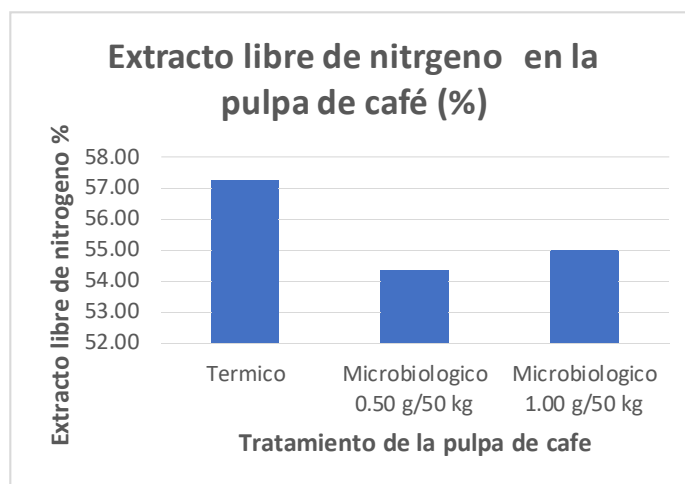


Figura 10. Extracto libre de nitrógeno en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de FDN

Materiales

- ✓ Crisol de vidrio
- ✓ Material usual de laboratorio

Equipos

- ✓ Sistema de extractor de fibras
- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- ✓ Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, oxido de calcio u otro)
- ✓ Estufa regulada a 105 ± 2 °C
- ✓ Horno mufla

Reactivos

- ✓ Borato de sodio ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 6.81 g/L
- ✓ EDTA- sal di sódica ($\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8$) 18.61 g/L
- ✓ Lauril sulfato de sodio neutro ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_2\text{S}$) 30g/L
- ✓ Butanodiol ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$) 10 ml/L
- ✓ Fosfato di sódico industrial (Na_2HPO_4) 4.56g/L
- ✓ Silicona antiespumante o agente antiespumante 1 gotas/Muestra
- ✓ Octanol. 5 gotas/muestra
- ✓ Sulfito de sodio anhídrido (sulfito de sodio) (Na_2SO_3)
- ✓ Acetona
- ✓ Perlas de vidrio 5/muestra
- ✓ Éter de petróleo o Acetona, P.E. 40 – 60 °C. (en el caso que la muestra no haya sido desgrasa)

Procedimiento

- ✓ Preparación de la muestra: Homogenizar, secar en estufa de aire o a 70 ± 2 °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra.
- ✓ Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.

- ✓ Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1% o lavar con acetona
- ✓ Pesar con precisión de 0.1 mg. 1 g de muestra exenta de grasa, en el crisol de vidrio (secado y tarado), realizar el análisis por duplicado.
- ✓ Agregar 150 ml de la solución detergente acida (mezcla de bromuro de cetiltrimetilamonio + ácido sulfúrico), hirviendo o precalentado, 3 – 5 gotas de antiespumante y perlas de vidrio
- ✓ Dejar hervir por un periodo de 60 minutos, desde el inicio de la ebullición
- ✓ Luego filtrar o drenar la solución detergente acida con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción.
- ✓ Realizar un último lavado con agua des ionizada fría destinada a enfriar los crisoles.
- ✓ Lavar 3 veces el contenido de filtro con 25 ml de acetona, agitar cada muestra por aire comprimido.
- ✓ Retirar los crisoles del extractor de fibras, llevarlos a una estufa a $105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 3 horas hasta obtener un peso constante.
- ✓ Retirar los crisoles con muestra a un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener temperatura ambiente y pesarlos. (W3)
- ✓ Colocar la muestra en un crisol para ser incinerados en un horno mufla y se incineraran a $550 \text{ }^\circ\text{C} \pm 20^\circ \text{C}$, por un periodo de 5 a 7 horas.
- ✓ Retirar los crisoles contenido la ceniza, para ser puestos en un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener T° ambiente en las muestras. (W4)
- ✓ La cantidad de la muestra que se use depende de la naturaleza de ella y el equipo a utilizar.

Cálculos y expresión de resultados

La cantidad de fibra cruda del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ U} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Donde:

f1 = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa

f2 = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado.

W = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente.

Tabla 13. Fibra detergente neutra (FDN) en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
FDN	24.39	24.37	23.99
	23.48	24.44	23.83
	23.91	24.09	24.51
Promedio	23.93	24.30	24.11

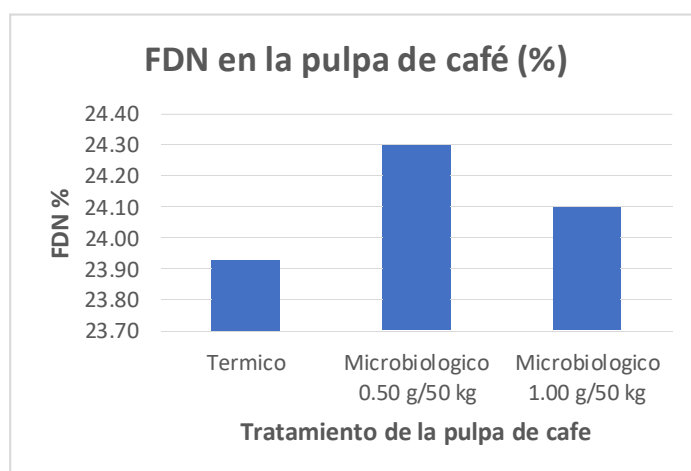


Figura 11. Fibra detergente neutra en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de FDA

Materiales

- ✓ Crisol de vidrio
- ✓ Material usual de laboratorio

Equipos

- ✓ Sistema de extractor de fibras
- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg

- ✓ Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, óxido de calcio u otro)
- ✓ Estufa regulada a 105 ± 2 °C
- ✓ Horno mufla

Reactivos

- ✓ Bromuro de cetiltrimetilamonio (grado técnico) $C_{18}H_{37}BrN$ 20 g/l
- ✓ Ácido sulfúrico 1 N H_2SO_4 49.04g/L
- ✓ Silicona antiespumante o agente antiespumante 1 gotas/Muestra
- ✓ Etanol al 95%. 5 gotas/muestra
- ✓ Perlas de vidrio 5/muestra
- ✓ Éter de petróleo o Acetona, P.E. 40 – 60 °C. (En el caso que la muestra no haya sido desgrasa)

Procedimiento

- ✓ Preparación de la muestra: Homogenizar, secar en estufa de aire o a 70 ± 2 °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra.
- ✓ Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.
- ✓ Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1% o lavar con acetona
- ✓ Pesar el crisol vacío libre de humedad (W1)
- ✓ Pesar con precisión de 0.1 mg. 1 g de muestra exenta de grasa, en el crisol de vidrio (secado y tarado), realizar el análisis por duplicado.
- ✓ Agregar 150 ml de la solución detergente ácida (mezcla de bromuro de cetiltrimetilamonio + ácido sulfúrico), hirviendo o precalentado, 3 – 5 gotas de antiespumante y perlas de vidrio
- ✓ Dejar hervir por un periodo de 60 minutos, desde el inicio de la ebullición
- ✓ Luego filtrar o drenar la solución detergente ácida con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción.
- ✓ Realizar un último lavado con agua desionizada fría destinada a enfriar los crisoles.

- ✓ Lavar 3 veces el contenido de filtro con 25 ml de acetona, agitar cada muestra por aire comprimido.
- ✓ Retirar los crisoles del extractor de fibras, llevarlos a una estufa a $105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 3 horas hasta obtener un peso constante.
- ✓ Retirar los crisoles con muestra a un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener temperatura ambiente y pesarlos. (W2)
- ✓ Colocar la muestra en un crisol para ser incinerados en un horno mufla y se incineraran a $550 \text{ }^\circ\text{C} \pm 20^\circ \text{C}$, por un periodo de 5 a 7 horas.
- ✓ Retirar los crisoles contenido la ceniza, para ser puestos en un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener T° ambiente en las muestras. (W3)
- ✓ La cantidad de la muestra que se use depende de la naturaleza de ella y el equipo a utilizar.

Cálculos y expresión de resultados

La cantidad de Fibra Detergente Acida del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \quad \frac{\quad - \quad}{\quad}$$

$$. =$$

$$\% \quad \frac{\quad - \quad}{\quad}$$

$$. =$$

$$\% \quad \text{a MS} \quad \frac{\quad - \quad}{\quad}$$

$$. =$$

Donde:

W1 = peso crisol sin humedad y vacío.

W2 = peso del residuo (muestra) sacado en estufa más fibra

W = cantidad de la muestra utilizada en el análisis correspondiente.

W3 = peso del crisol más la fibra digerida calcinada.

Tabla 14. Fibra detergente acida (FDA) en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
FDA	21.44	20.84	21.14
	20.57	20.78	20.38
	20.93	20.91	20.44
Promedio	20.98	20.84	20.65

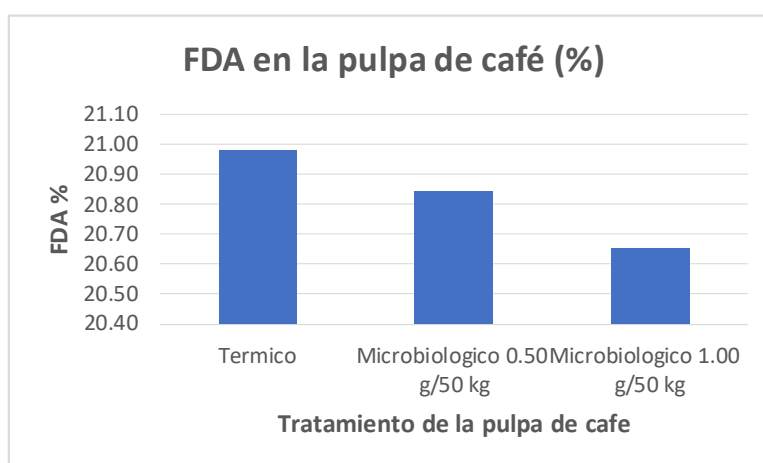


Figura 12. Fibra detergente acida (FDA) en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de energía

Materiales

- ✓ Hilo
- ✓ Gas
- ✓ Agua destilada
- ✓ Crisol de acero

Equipo

- ✓ Bomba calorimétrica
- ✓ Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg

Procedimiento

- ✓ Se pesa la muestra en el crisol 0.7 mg

- ✓ Se coloca la muestra en la bomba, juntamente con el hilo que forma parte como una mecha.
- ✓ Se llena la bomba con CO₂, luego se coloca en un recipiente de aluminio con agua destilada temperada a 21° C
- ✓ Se coloca en la bomba calorimétrica; y se espera por un tiempo de 15 minutos, tiempo que hace combustión el equipo con la muestra.

Tabla 15. Energía bruta en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Energía Bruta	4093.00	4038.00	4079.00
	4105.00	4088.00	4101.00
	4099.00	4073.00	4112.00
Promedio	4099.00	4066.33	4097.33

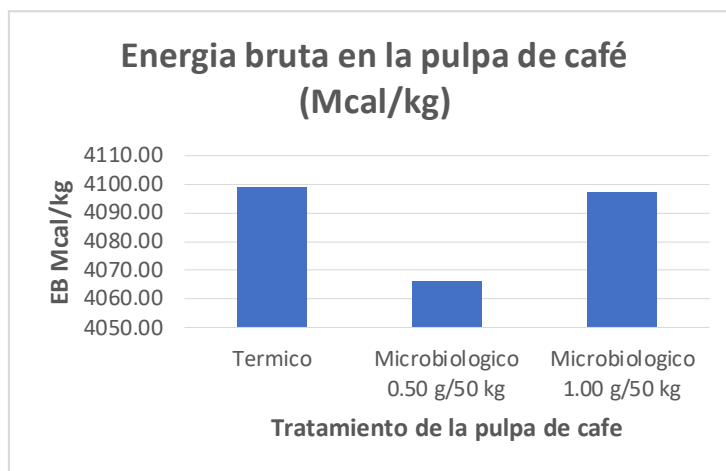


Figura 13. Energía bruta en la pulpa de café por tratamiento

Determinación de digestibilidad *in vitro*

Materiales

- ✓ Líquido ruminal de animales fistulados que estén consumiendo un forraje alto en fibra, preferentemente un heno de buena calidad.
- ✓ Matraces Erlenmeyer de 125ml o tubos de ensayo de nalgeno de 100 ml. Los matraces o tubos son puestos en el baño maría con agitación. Los tapones (de

los matraces o tubos), son del número seis con dos perforaciones, tubo de entrada y válvula Bunsen. El tubo de entrada se cierra con varilla de vidrio.

- ✓ Tanque de CO₂ y sistema para burbujeo del CO₂.
- ✓ Gasa
- ✓ Lana de vidrio.
- ✓ Jeringa automática.
- ✓ Licuadora.
- ✓ Aparato para reflujo (Fibra Cruda)

Equipo

- ✓ Baño maría con temperatura ajustada a 40°C.

Reactivos

- ✓ Tripticasa. Digerido pancreático de caseína USP
- ✓ Sulfuro de sodio (Na₂S 9H₂O) RA.
- ✓ Hidróxido de sodio 1 N.
- ✓ Cisteína HCl (Baker o equivalente).
- ✓ Rezasurina 0.1% peso volumen.
- ✓ Ácido clorhídrico 6 N (50%).
- ✓ Pepsina 1:10,000 o NF/XI.
- ✓ Solución amortiguadora.

AGUA DESTILADA	1.00 L
NH ₄ HCO ₃	4.00 g
NaHCO ₃	35.00 g

- ✓ Solución de macro minerales

AGUA DESTILADA	1.00 l
Na ₂ HPO ₄ anh.	5.70 g
KH ₂ PO ₄ anh.	6.20 g
MgSO ₄ 7H ₂ O	0.60 g
NaCl	2.20 g

✓ Solución de micro minerales

AGUA DESTILADA	100.0 ml
CaCl ₂ 2H ₂ O	13.2 g
MnCl ₂ 4H ₂ O	10.0 g
FeCl ₃ 6H ₂ O	8.0 g
CoCl ₂ 6H ₂ O	1.0 g

Procedimiento

- ✓ Se pesó 0.5 g de muestra (molida a través de una criba de 1mm) en el matraz Erlenmeyer de 125 ml
- ✓ Se adicionó 40 ml de una solución preparada así: a 2 g de tripticasa agregando 400 ml de agua destilada y 0.1ml de la solución de microminerales, agitando y disolviendo. Luego se anadio 200 ml de la solución amortiguadora, 200 ml de la solución de macrominerales y 1.0 mide rezasurina.
- ✓ Se colocó los tubos en el baño, tapándoles y poniéndoles a burbujear CO₂ a una presión de 15 a 20 cm de agua.
- ✓ Se preparó la solución reductora como sigue: se disolvió 625 mg de clorhidrato de cisteína, de 5-10 lentejas de KOH, adicionando 625 mg de sulfuro de sodio.
- ✓ Se redujo la presión del CO₂ a 3-4 cm luego se agregue 2 ml de la solución reductora a través del tubo de entrada con una jeringa automática, abriendo y cerrando cada tubo en turno. Poniéndoles a agitar los tubos, los cuales cambiaron de color rojo (oxidado) a incoloro (reducido).
- ✓ La preparación del medio y la adición de la muestra y medio a todos los tubos, la introducción de éstos en el baño de agua y la adición de la solución reductora debe hacerse antes de tomar el licor ruminal. La eliminación del oxígeno está indicada por la aparición del color amarillo de la rezasurina (sí permanece rosa es que no se eliminó el oxígeno)

Preparación del inculo

- ✓ Se recogió el contenido ruminal en un termo de 4 lt. Llenando hasta el borde para eliminar el aire y luego es tapado.
- ✓ Luego se filtró través de gasa; se inocula 10 ml del filtrado a matraz.

- Se Ajustó la presión de CO₂. Después se pone a Incube por 48 horas agitando suavemente los matraces o tubos dos veces por día durante el tiempo de incubación. La agitación excesiva puede ser contraproducente ya que puede soltar a las bacterias de los sustratos.

Procedimiento detergente neutro para estimación de la digestibilidad verdadera.

- Se quitó los recipientes de vidrio del digestor de fibra, después de la fermentación. Se lava con solución detergente neutro dentro de un vaso de vidrio de 600 ml, hasta hacer un volumen de 100 ml.
- Después se puso a reflujo por una hora y filtrando en un crisol Gooch, con lana de vidrio, previamente tarado. Lave dos veces con agua caliente y dos veces con acetona y succione hasta lograr sequedad.

Luego se secó en la estufa a 100-105°C y se pesa.

$$\% \text{Digestibilidad verdadera MS} = \frac{(1.00 - (R - F))}{\text{peso de la muestra en base a 100\% ms}}$$

$$\% \text{Digestibilidad verdadera MO} = \frac{(1.00 - (E - M))}{\text{peso de MO de la muestra en base a 100\% ms}}$$

R = Peso papel filtro + residuo g

F = Peso papel filtro g

E = Peso del residuo (R - F)

M = Peso del residuo después de incinerar.

Tabla 16. Digestibilidad In vitro de la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Digestibilidad In vitro %	82.37	83.49	84.03
	84.21	83.17	84.11
	82.66	84.51	83.97
Promedio	83.08	83.72	84.04

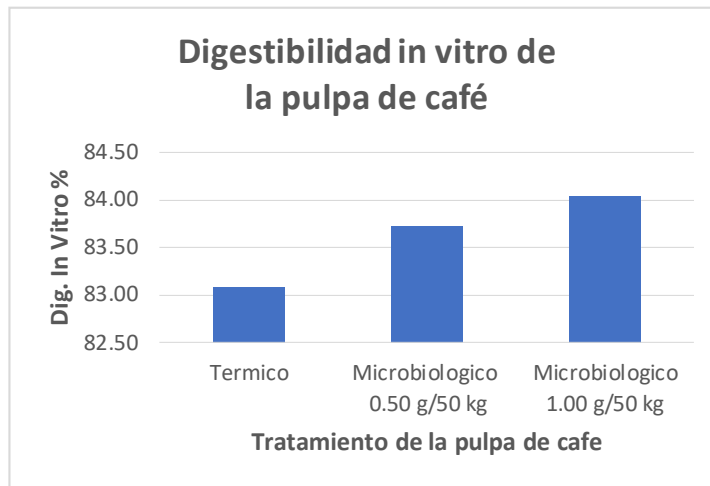


Figura 14. Digestibilidad In vitro la pulpa de café por tratamiento

Tabla 17. Calcio en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Calcio %	0.33	0.34	0.32
	0.51	0.31	0.32
	0.31	0.33	0.31
Promedio	0.38	0.33	0.32

Tabla 18. Fósforo en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Fosforo %	0.13	0.12	0.13
	0.21	0.12	0.11
	0.11	0.14	0.12
Promedio	0.15	0.12	0.12

Tabla 19. Lixiviados en la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Lixiviados	ND	ND	ND
	ND	ND	ND
	ND	ND	ND
Promedio	ND	ND	ND

Tabla 20. Demanda química de oxígenos en los lixiviados de la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
DQO	ND	ND	ND
	ND	ND	ND
	ND	ND	ND
Promedio	ND	ND	ND

Determinación de índices productivos en cuyes**Consumo de alimento (CALM)**

La regulación del consumo de alimento es de manera voluntaria, obedeciendo a la concentración de nutrientes (valores energéticos y proteicos, sobre todo), ya que a mayor concentración de estos el consumo de alimento es menor. La palatabilidad también es un factor que influye en la disminución de la ingesta.

Se ha considerado un consumo de alimento sin restricción, no superando el 6% en MS de su peso vivo, generando un 50% de alfalfa verde y 50% de concentrado. El consumo de alimento se determinó todos los días del experimento, después de las 24 horas, donde se tomaron pesos de los residuos de alfalfa y de concentrado respectivamente. Desde el inicio del experimento los consumos fueron incrementando conforme se incrementó el peso vivo de los semovientes.

Ganancia de peso (GP)

Se tomó un peso al inicio de la etapa experimental, al cual se le denominó peso vivo de inicio, posterior a este se realizaron pesos semanales (8:00 a.m.) teniendo así 9 registros de pesos, el peso de inicio y el peso de las 8 semanas del experimento.

Se calculó la ganancia de peso semanal mediante la operación aritmética de resta, realizando el peso el día 7 del experimento al cual se le restaba el peso inicial del experimento, para la segunda semana se tomaba como peso inicial el peso del final de la primera semana, y así sucesivamente para las siguientes semanas.

Peso final (PVF)

Al final del experimento se calculó la ganancia de peso final (56 días), mediante la resta del peso final del experimento con el peso inicial del inicio de la etapa experimental.

Conversión alimenticia

Es obtenido de la relación que existe entre el consumo de alimento y la ganancia de peso en el mismo periodo, interpretándose como la cantidad de unidades de alimento consumido para ganar una unidad de peso vivo.

Peso de carcasa (PC) y Rendimiento de carcasa (RC)

Realizado y registrado el peso vivo final se procedió con las fases que demandan un buen faenamiento en cuyes: sacrificio, escaldado, pelado, eviscerado, corte, lavado y oreado.

Posterior a esto se realizaba el peso de la carcasa (canal) donde se incluía el hígado, corazón, riñón, cabeza y patas, el cual se denomina peso de carcasa. Para determinar el rendimiento de carcasa se dividía el peso de la carcasa entre el peso vivo final y se multiplicaba por 100, obteniéndose el rendimiento de la carcasa.

Merito económico

Se evaluó al final del experimento y a cada uno de los tratamientos, con la intención de tener datos que nos permitan hacer comparaciones económicas entre tratamientos.

Para determinar el ME se dividió la sustracción del precio de venta del cuy y del costo del cuy al final del experimento con el costo del cuy al final del experimento, multiplicando por 100 el valor obtenido.

2.3. Población, muestra y muestreo

Amazonas cuenta 1 766 278.65 ha de las cuales 252 810,41 ha son destinadas para la agricultura, perenne y estacionaria, de las cuales aproximadamente 36 171 ha destinadas al cultivo del café (MINAGRI, 2016). Evaluando las áreas cosechadas observamos que desde el 2010 al 2013 esta área es superior a las 45 000 ha, por lo que, estimamos que se producen anualmente 73 408 TM de pulpa de café, tomando como base la producción del 2016. Este total fue la población de estudio, de la cual se realizó un muestreo aleatorio estratificado de acuerdo a su relevancia y distribución en las diferentes provincias de la región Amazonas.

Usaremos la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde:

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (error máximo admisible)

N = Tamaño de la población

2.4. Métodos

En el proceso térmico de la pulpa de café.

- ✓ Cantidad de pulpa de café utilizada en el proceso.
- ✓ Temperatura de secado en °C en el proceso.
- ✓ Tiempo en el proceso de secado.

En el proceso microbiológico (0.50 g) del ensilado de pulpa de café.

- ✓ Cantidad de pulpa de café utilizada en el proceso.
- ✓ Cantidad de inoculante (bacterias) utilizada en el proceso.
- ✓ Temperaturas en °C durante el proceso de ensilado.
- ✓ Tiempo del proceso de ensilado.
- ✓ Temperatura de secado en °C en el proceso.
- ✓ Tiempo en el proceso de secado.

En el proceso microbiológico (1.00 g) del ensilado de pulpa de café.

- ✓ Cantidad de pulpa de café utilizada en el proceso.
- ✓ Cantidad de inoculante (bacterias) utilizada en el proceso.
- ✓ Temperaturas en °C durante el proceso de ensilado.
- ✓ Tiempo del proceso de ensilado.
- ✓ Temperatura de secado en °C en el proceso.
- ✓ Tiempo en el proceso de secado.

2.5. Análisis estadísticos

Estimación de un modelo matemático por el método diseño completamente Randomizado (DCR) sometidos a su respectivo ANOVA con la correspondiente comparación de medias.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad i = \text{tratamiento} \quad j = \text{repeticiones}$$

$$H_0 = \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_a = al menos uno es diferente

III. RESULTADOS

3.1 Composición nutricional de la pulpa de café

La pulpa de café es un desecho de la producción cafetalera que representa aproximadamente un 40% del total del fruto del café procesado para la obtención del grano. Este subproducto por su humedad, su alto contenido de azúcares, y su microflora endógena se degrada muy rápidamente lo que representa un problema de contaminación ambiental. En este contexto en la presente investigación se utilizó la pulpa de café como ensilado para su posterior uso en la alimentación de cuyes, proponiendo tres tratamientos de ensilado con las siguientes características:

T1= Tratamiento térmico de la pulpa de café (temperatura constante de 70 °C)

T2= Tratamiento microbiológico para ensilado utilizando 0.5 g de inóculo comercial SIL-ALL

T3= Tratamiento microbiológico para ensilado utilizando 1 g de inóculo comercial SIL-ALL.

En cada tratamiento se realizó cinco repeticiones, analizando las características nutricionales de cada uno, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21. Composición nutricional de la pulpa de café

Nutriente	Tratamiento de la pulpa de café		
	Térmico	Microbiológico 0.50 g/50 kg	Microbiológico 1.00 g/50 kg
Proteína %	10.29	10.74	10.53
Humedad %	73.47	71.60	72.27
Mat. Seca %	26.53	28.40	27.73
ELN %	57.26	54.33	54.80
EE %	1.59	1.55	1.52
Ceniza %	6.75	7.22	6.78
Fibra cruda %	13.12	12.93	12.75
FDN %	23.93	24.30	24.11
FDA %	20.98	20.84	20.65
Calcio %	0.38	0.33	0.32
Fosforo %	0.15	0.12	0.12
Energía bruta Kcal/kg	4099.00	4066.33	4097.33
Lixiviados	ND	ND	ND
DQO	ND	ND	ND

Proteína

El análisis de datos indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de proteína, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0.5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 10.521 % de proteína (Tabla 22). Además, se observa que el CV= 3.37, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 22. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Proteína

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	2	0.30389	0.15194	1.21	0.3613
Error	6	0.75220	0.12537		
Total	8	1.05609			

Grandioso 10.521 CV 3.37
Chi-Sq DF P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales 0.98 2 0.6137
De Cochran Q 0.4675
Mayor Var / menor Var 4.6231

Componente de varianza entre grupos 0.00886
Tamaño celular efectivo 3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	10.293
2 (bacterias 0.5 g)	10.743
3 (bacterias 1 g)	10.527
Observaciones por media	3
Error estándar de una media	0.2044
Error estándar (diferencia de 2 significa)	0.2891

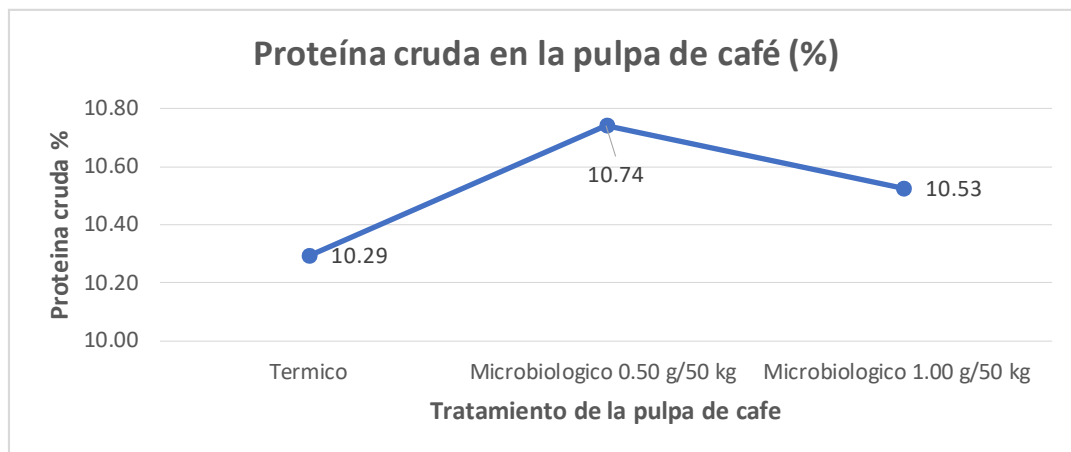


Figura 15. Proteína cruda promedio por tratamiento en la pulpa de café

Fibra cruda

El análisis de datos indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de fibra cruda, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0.5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 12.94 % de fibra cruda (Tabla 23). Además, se observa que el CV= 2.32, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

TABLA 23. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Fibra cruda

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	2	0.20540	0.10270	1.14	0.3816
Error	6	0.54240	0.09040		
Total	8	0.74780			

Grandioso 12.937 CV 2.32

Prueba de Bartlett de varianzas iguales	Chi-Sq	DF	P
De Cochran Q	0.6727	2	0.4430
Mayor Var / menor Var	8.0604		

Componente de varianza entre grupos 0.00410
 Tamaño celular efectivo 3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	13.123
2 (bacterias 0.5 g)	12.933
3 (bacterias 1 g)	12.753

Observaciones por media 3 Error estándar de una media 0.1736
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.2455

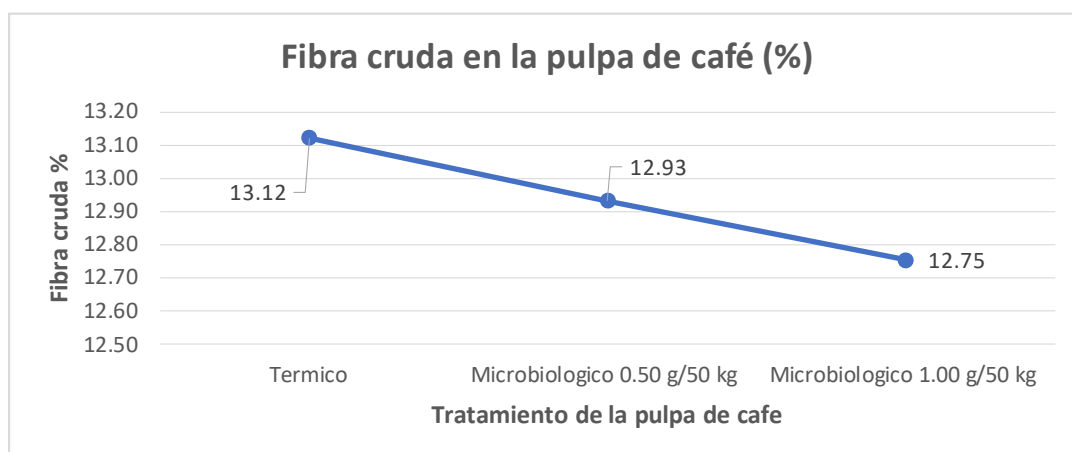


Figura 16. Fibra cruda promedio por tratamiento en la pulpa de café

Digestibilidad In Vitro

Los resultados indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de digestibilidad, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 84.058 % de digestibilidad (Tabla 24). Además, se observa que el CV= 0.51, es un valor confiable debido a que se encuentra muy cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 24. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Digestibilidad

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	2	0.71616	0.35808	1.96	0.2206
Error	6	1.09340	0.18223		
Total	8	1.80956			

Grandioso 84.058 CV 0.51

Prueba de Bartlett de varianzas iguales Chi-Sq 6.34 DF 2 P 0.0420
 De Cochran Q 0.8958
 Mayor Var / menor Var 99.270

Componente de varianza entre grupos 0.05861
 Tamaño celular efectivo 3.0

TRATAMIENTO Media
 1 (térmico) 84.413

2 (bacterias 0.5 g)	83.723
3 (bacterias 1 g)	84.037

Observaciones por media 3 Error estándar de una media 0.2465
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.3486

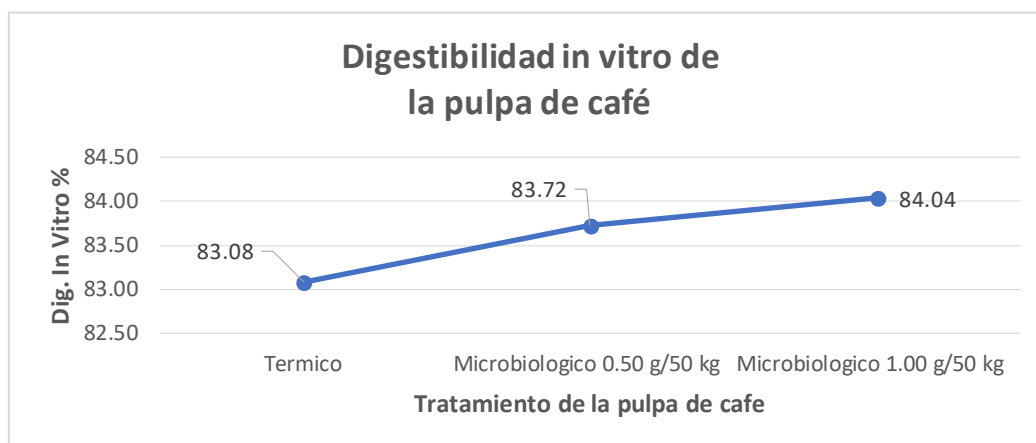


Figura 17. Digestibilidad In vitro promedio por tratamiento en la pulpa de café

Fibra Detergente Ácido (FDA)

El análisis ANVA muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de FDA, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 20.826 % de FDA (Tabla 25). Además, se observa que el CV= 1.26, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 25. Completamente Randomizado AOV para porcentaje FDA

Fuente	DF	SS	MS	F	P
REPETICION	2	0.49536	0.24768	3.59	0.0943
Error	6	0.41387	0.06898		
Total	8	0.90922			

Grandioso 20.826 CV 1.26

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	0.28	2	0.8706
De Cochran Q	0.4349		
Mayor Var / menor Var	2.2481		

Componente de varianza entre grupos	0.05957
Tamaño celular efectivo	3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	21.140
2 (bacterias 0.5 g)	20.577
3 (bacterias 1 g)	20.760

Observaciones por media 3 Error estándar de una media 0.1516
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.2144

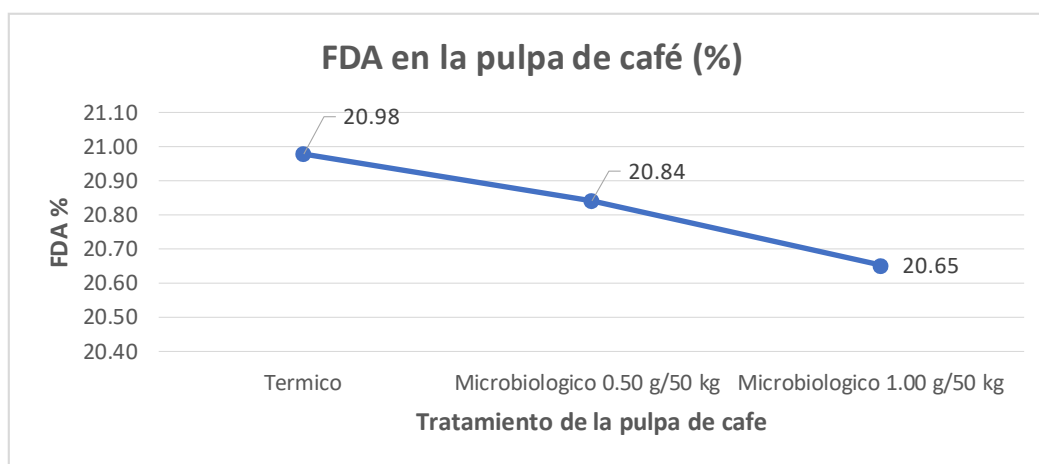


Figura 18. FDA promedio por tratamiento en la pulpa de café

Fibra Detergente Neutra (FDN)

El análisis ANVA muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de FDN, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 24.112 % de FDN (Tabla 26). Además, se observa que el CV= 1.45, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 26. Completamente Randomizado AOV para porcentaje FDN

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRAT	2	0.20909	0.10454	0.85	0.4722
Error	6	0.73587	0.12264		
Total	8	0.94496			

Grandioso 24.112 CV 1.45

Chi-Sq DF P

Prueba de Bartlett de varianzas iguales 1.18 2 0.5551

De Cochran Q 0.5632

Mayor Var / menor Var 6.0418

Componente de varianza entre grupos -0.00603
 Tamaño celular efectivo 3.0

TRATAMIENTO Media
 Térmico 23.927
 Bacterias 0.5g 24.300
 Bacterias 1 g 24.110

Observaciones por media 3
 Error estándar de una media 0.2022
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.2859

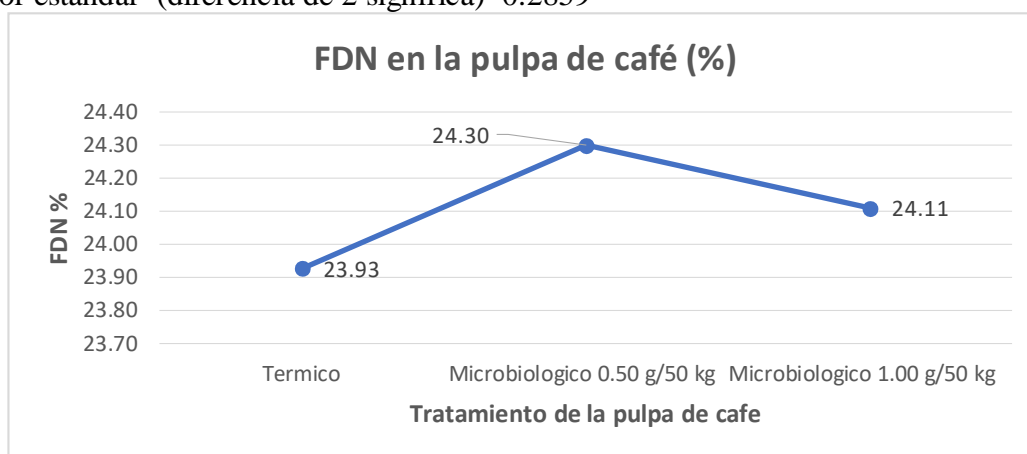


Figura 19. FDN promedio por tratamiento en la pulpa de café

Ceniza

El análisis de resultados indica, que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de ceniza, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 6.92 % de ceniza (Tabla 27). Además, se observa que el CV= 6.66, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 27. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Ceniza

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	2	0.41816	0.20908	0.98	0.4267
Error	6	1.27367	0.21228		
Total	8	1.69182			

Grandioso 6.9156 CV 6.66

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	1.28	2	0.5284
De Cochran Q	0.6703		
Mayor Var / menor Var	5.4942		

Componente de varianza entre grupos	-0.00107
Tamaño celular efectivo	3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	6.7500
2 (bacterias 0.5 g)	7.2200
3 (bacterias 1 g)	6.7767

Observaciones por media	3	Error estándar de una media	0.2660
Error estándar (diferencia de 2 significa)		0.3762	

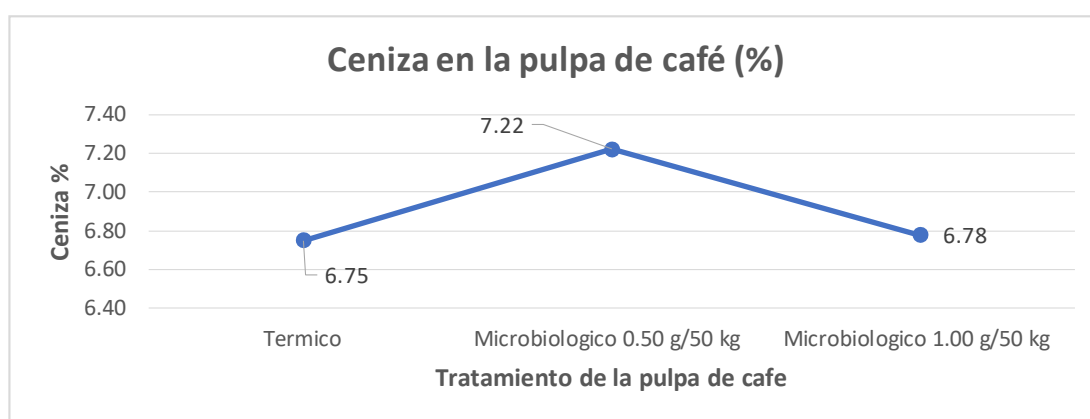


Figura 20. Ceniza promedio por tratamiento en la pulpa de café

Extracto Etéreo (EE) - Grasa

El análisis de datos indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de EE, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 1.55 % de EE (Tabla 28). Además, se observa que el CV= 2.01, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 28. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de EE

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	2	0.00816	0.00408	4.17	0.0732
Error	6	0.00587	0.00098		
Total	8	0.01402			

Grandioso 1.5544 CV 2.01
 Chi-Sq DF P
 Prueba de Bartlett de varianzas iguales 2.04 2 0.3598
 De Cochran Q 0.7614
 Mayor Var / menor Var 7.4444

Componente de varianza entre grupos 0.00103
 Tamaño celular efectivo 3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	1.5933
2 (bacteria 0.5 g)	1.5500
3 (bacteria 1 g)	1.5200

Observaciones por media 3 Error estándar de una media 0.0181
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.0255

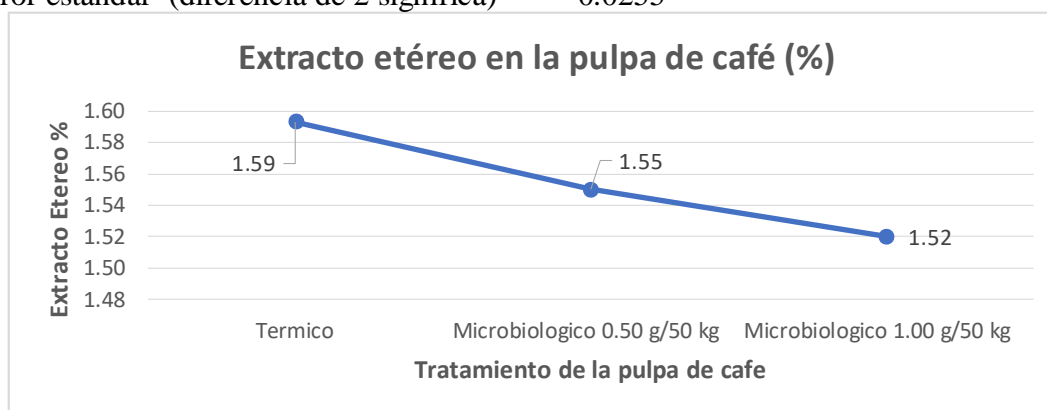


Figura 21. Grasa (EE) promedio por tratamiento en la pulpa de café

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

El análisis de datos indica que existe diferencia significativa con respecto a los resultados de ELN, es decir el tratamiento uno con la inclusión del 10% de pulpa de café sin ensilar, presenta una media superior (57.257 %) a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado. Además, se observa que el CV= 1.46, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto (Tabla 29).

Tabla 29. Completamente Randomizado AOV para porcentaje para ELN

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRAT	2	14.8310	7.41548	11.2	0.0093
Error	6	3.9554	0.65923		
Total	8	18.7864			

Grandioso 55.462 CV 1.46

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	0.4827	2	0.6395
De Cochran Q	4.4395		
Mayor Var / menor Var			

Componente de varianza entre grupos 2.25208
 Tamaño celular efectivo 3.0

TRATAMIENTO	Media	
Térmico	57.257	
Bacterias 0.5g	54.327	
Bacterias 1g	54.803	
Observaciones por media		3
Error estándar de una media		0.4688
Error estándar (diferencia de 2 significa)		0.6629

Tabla 30. Comparaciones Múltiples de Tukey para porcentaje de ELN

TRATAMIENTO	Grupos Homogéneos Medios
1 (10% pulpa de café + térmico)	57.257 A
2 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	54.803 B
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	54.327 B

Prueba de comparaciones de todos los pares HSD de Tukey de ELN por tratamiento

TRAT	grupos homogéneos de dos
Térmico	57.257 A
Bacterias 0.5g	54.803 B
Bacterias 1g	54.327 B

Alfa 0.05 error estándar para la comparación 0.6629

Valor Q crítico 4.341, valor crítico para la comparación 2.0351, hay 2 grupos (Ay B) en los que los promedios no son significativamente diferentes entre si

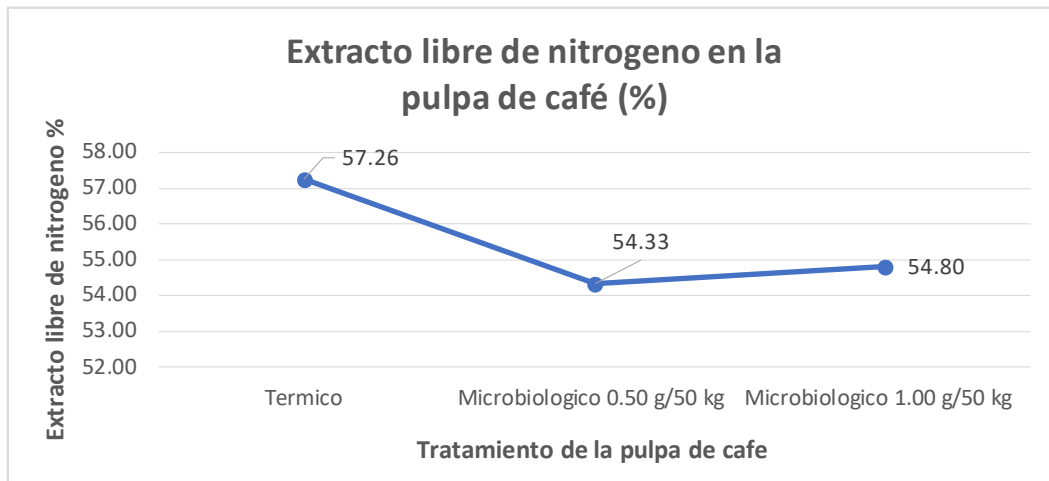


Figura 22. ELN promedio por tratamiento en la pulpa de café

Humedad

El análisis de datos indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al porcentaje de humedad, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 72.337 % de humedad (Tabla 31). Además, se observa que el CV= 1.45, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 31. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Humedad

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	2	5.9774	2.98870	2.70	0.1457
Error	6	6.6378	1.10630		
Total	8	12.6152			

Grandioso 72.337 CV 1.45

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	1.79	2	0.4088
De Cochran Q	0.6367		
Mayor Var / menor Var	9.7279		

Componente de varianza entre grupos	0.62747
Tamaño celular efectivo	3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	73.473
2 (bacterias 0.5 g)	71.603
3 (bacterias 1 g)	71.933

Observaciones por media	3	
Error estándar de una media		0.6073
Error estándar (diferencia de 2 significa)		0.8588

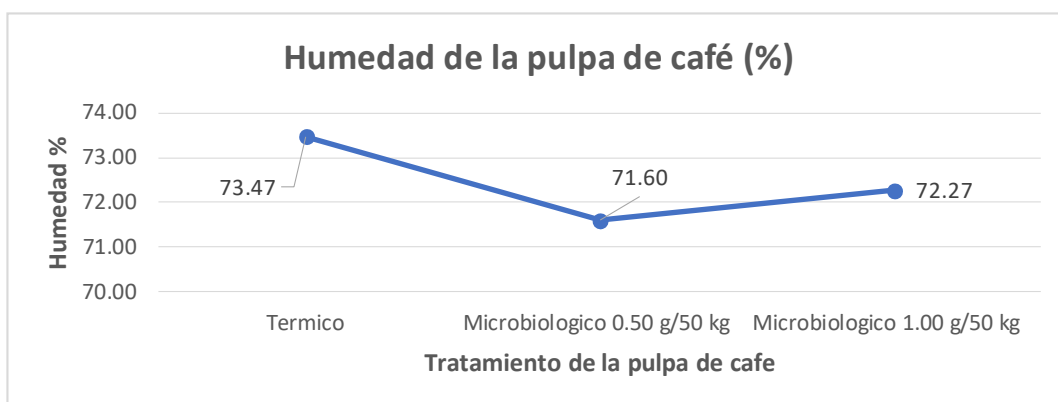


Figura 23. Humedad promedio por tratamiento en la pulpa de café

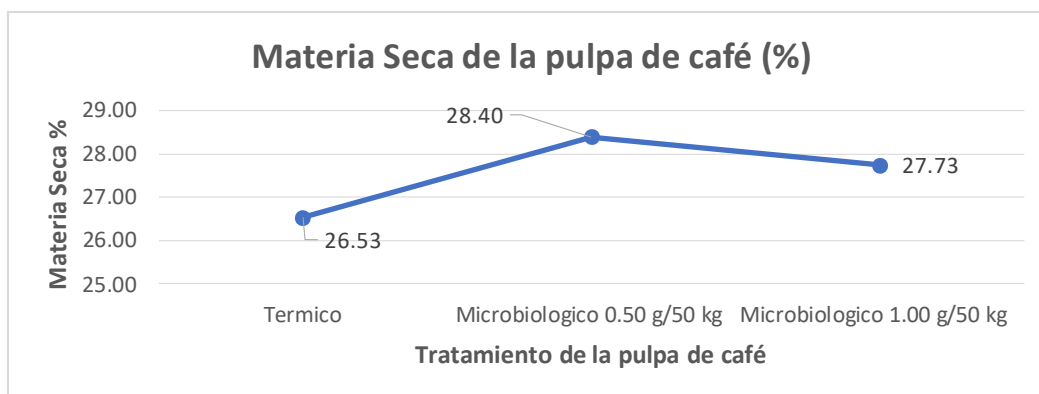


Figura 24. Materia seca promedio por tratamiento en la pulpa de café

Calcio

El análisis ANVA, indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al contenido de calcio, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 0.3422% de calcio (Tabla 32). Además, se observa que el CV= 18.79, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 32. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Calcio

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	2	0.00776	0.00388	0.94	0.4421
Error	6	0.02480	0.00413		
Total	8	0.03256			

Grandioso 0.3422 CV 18.79

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales		10.8	2 0.0045
De Cochran Q		0.9785	
Mayor Var / menor Var		364.00	

Componente de varianza entre grupos	-8.519E-05
Tamaño celular efectivo	3.0

TRATAMIENTO	Media
1 (térmico)	0.3833
2 (bacterias 0.5 g)	0.3267
3 (bacterias 1 g)	0.3167

Observaciones por media	3
Error estándar de una media	0.0371
Error estándar (diferencia de 2 significa)	0.0525

Fósforo

El análisis ANVA, indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al contenido de fósforo, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 0.1322 % de Fosforo (Tabla 33). Además, se observa que el CV= 24.05, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 33. Completamente Randomizado AOV para % de Fósforo

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRAT	2	0.00149	0.00074	0.74	0.5177
Error	6	0.00607	0.00101		
Total	8	0.00756			

Grandioso 0.1322	CV 24.05			
	Chi-Sq	DF	P	
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	5.43	2	0.0661	
De Cochran Q	0.9231			
Mayor Var / menor Var	28.000			
Componente de varianza entre grupos	-8.889E-05			
Tamaño celular efectivo	3.0			
TRATAMIENTO	Media			
Térmico			0.1500	
Bacterias 0.5 g			0.1267	
Bacterias 1 g	0.1200			
Observaciones por media	3			
Error estándar de una media			0.0184	
Error estándar (diferencia de 2 significa)			0.0260	

Energía bruta

El análisis ANVA, indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado con respecto al contenido de Energía bruta, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados con una media de 4087.6 Kcak/kg de Energía bruta (Tabla 34). Además, se observa que el CV= 044, es un valor confiable debido a que se encuentra muy cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto.

Tabla 34. Completamente Randomizado AOV para Kcal/kg de Energía Bruta

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRAT	2	2030.89	1015.44	3.12	0.1178
Error	6	1953.33	325.56		
Total	8	3984.22			

Grandioso 4087.6	CV 0.44			
	Chi-Sq	DF	P	
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	2.68	2	0.2613	
De Cochran Q	0.6741			
Mayor Var / menor Var	18.287			
Componente de varianza entre grupos	229.963			
Tamaño celular efectivo	3.0			

TRATAMIENTO	Media
-------------	-------

Térmico	4099.0
Bacterias 0.5g	4066.3
Bacterias 1g	4097.3

Observaciones por media	3
Error estándar de una media	10.417
Error estándar (diferencia de 2 significa)	14.732

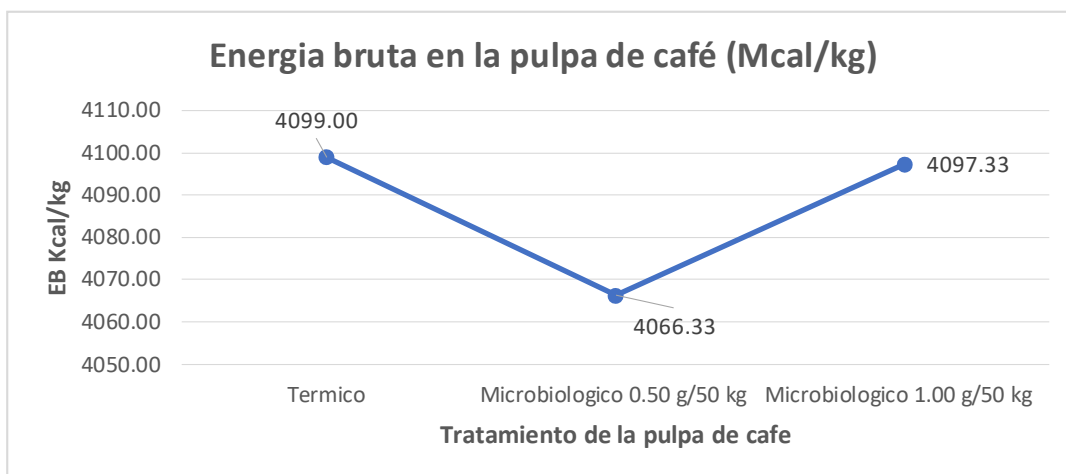


Figura 25. Energía bruta promedio por tratamiento en la pulpa de café

3.2 Índices productivos de cuyes

La alimentación en los cuyes es el factor determinante en el éxito o fracaso, debiéndose fusionarse conocimientos científicos y prácticos, con la única finalidad de alcanzar una mejor rentabilidad de la industria, mediante una adecuada utilización de los insumos alimenticios y de conformidad con la etapa fisiológica del animal (Perú cuy, 2010).

Aliaga, L. (1993) reportado por (Jácome, V. 2004), señala que los concentrados son mezclas balanceadas, las cuales son necesarias para los cuyes. Su uso es como un suplemento alimenticio, dado además del forraje verde. Se puede dar sólo, pero en ese caso hay que agregar vitamina C y agua para beber.

En la presente investigación se utilizó la pulpa de café como ensilado para su posterior uso en la alimentación de cuyes, proponiendo cuatro tratamientos, un testigo, un tratamiento sin ensilar pero con presencia de pulpa de café y dos tratamientos obtenidos del ensilado realizado anteriormente.

T1= 0 % de pulpa de café

T2= 10 % de pulpa de café + proceso térmico

T3= 10 % de pulpa de café + utilizando 0.5 g de inóculo comercial SIL-ALL

T4= 10 % de pulpa de café + utilizando 1 g de inóculo comercial SIL-ALL

Etapa pre experimental

Los cuyes fueron destetados a los 14 días de nacidos, para dar inicio a la etapa pre experimental (adecuación de los semovientes), la cual consto de 7 días. En esta etapa se realizaron actividades de manejo, alimentación y observación de la conducta de convivencia (socialización) entre los semovientes, con la finalidad de asegurar un buen inicio en la etapa experimental, asimismo, en la alimentación se dio énfasis al acondicionamiento de su tracto digestivo al consumo y utilización de concentrado a razón del 2% de MS de su peso vivo.

Cumplida la etapa pre experimental se realizaron pesos (pesos de inicio en semana cero) con lo que se dio inicio con el experimento en sí.

Tabla 35. Peso de inicio (g) de etapa experimental del T1

Arete	R1	Arete	R2	Arete	R4	Arete	R3	Arete	R5
001	411.3	010	383.0	002	444.5	004	400.2	013	454.2
007	388.3	005	425.2	058	444.8	040	464.1	014	429.2
003	436.2	006	376.4	009	347.6	015	376.1	012	346.2
	1236		1185		1237		1240		1230
	411.93		394.87		412.30		413.47		409.87

Peso promedio 408.49

Tabla 36. Peso de inicio (g) de etapa experimental del T2

Arete	R1	Arete	R2	Arete	R3	Arete	R4	Arete	R5
025	362.2	026	426.3	048	515.9	016	375.8	028	486.7
023	388.2	017	422.0	020	337.7	029	436.9	019	421.1
018	481.1	021	381.8	024	376.9	027	426.1	032	335.0
	1232		1230		1231		1239		1243
	410.50		410.03		410.17		412.93		414.27

Peso promedio 411.58

Tabla 37. Peso de inicio (g) de etapa experimental del T3

Arete	R1	Arete	R2	Arete	R3	Arete	R4	Arete	R5
038	456.2	043	406.2	011	332	035	318.2	036	424
030	310.6	044	345.1	031	482.6	041	455	034	309.1
033	464.9	039	449.7	037	414.7	042	461.6	045	503
	1232		1201		1229		1235		1236
	410.57		400.33		409.77		411.60		412.03
Peso promedio									408.86

Tabla 38. Peso de inicio (g) de etapa experimental del T4

Arete	R1	Arete	R2	Arete	R3	Arete	R4	Arete	R5
046	493.4	060	303.7	057	496.1	053	334.1	008	369.9
049	348.5	056	475.7	055	465.1	052	452.8	059	508
050	336.8	047	464.5	054	307.1	051	457.5	022	359
	1179		1244		1268		1244		1237
	392.90		414.63		422.77		414.80		412.30
Peso promedio									411.48

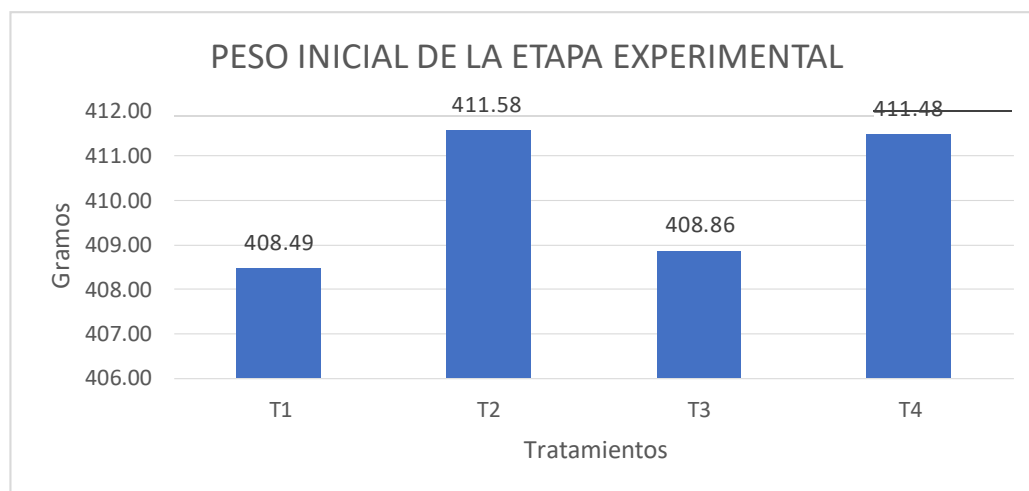


Figura 26. Pesos iniciales de etapa experimental por tratamiento

Etapa experimental

Etapa de recría

Todos los animales (cuyes) iniciaron la fase experimental a la edad de 21 días de nacidos y de sexo machos agrupados en los tratamientos y con las repeticiones ya indicadas. Esta etapa tuvo una duración de 21 días (3 semanas) registrándose 3 pesos, uno en la culminación de cada semana (cada 7 días). Asimismo, estuvieron expuestos a una ración balanceada (Tabla 39) con una dotación en sus comederos a razón del 3% de MS del peso vivo, a dos turnos por día (8:00 a.m. y 4:00 p.m.). Este alimento fue formulado a base de insumos que se comercializan en la zona, alcanzando, en todos los tratamientos, valores nutricionales requeridos para esta etapa (raciones iso-nutricionales).

En esta etapa también se controlaron y registraron consumos reales de alimento de los 4 tratamientos. El consumo de agua fue ad libitum.

Tabla 39. Ración balanceada para cuyes en etapa de recría

INSUMOS	Testigo	Uso de pulpa de café		
	T1	T2	T3	T4
Alfalfa fresca	78.73	78.64	78.64	78.64
Maíz grano	4.50	5.79	5.79	5.79
Torta de soya	5.07	5.90	5.90	5.90
Harina de pulpa de café	0.00	4.33	4.33	4.33
Polvillo de arroz	4.67	2.54	2.54	2.54
Afrecho de trigo	6.79	2.54	2.54	2.54
Aceite de soya	0.00	0.00	0.00	0.00
Lisina HCL	0.04	0.04	0.04	0.04
Metionina DL	0.04	0.04	0.04	0.04
Fosfato dicálcico	0.08	0.08	0.08	0.08
Sal común	0.09	0.09	0.09	0.09
VALOR NUTRITIVO				
Energía digestible (Mcal/kg)	2.90	2.90	2.90	2.90
Proteína Cruda (%)	21.00	21.00	21.00	21.00
Fibra Cruda (%)	14.43	14.67	14.67	14.67
Grasa (%)	3.91	3.95	3.95	3.95
Ceniza (%)	7.35	7.13	7.13	7.13
Calcio (%)	1.06	1.09	1.09	1.09
Fosforo (%)	0.49	0.41	0.41	0.41

T1: Ración sin pulpa de café

T2: Ración con pulpa de café secada.

T3: Ración con pulpa de café ensilada (0.50 g/50 kg de inoculante) y secada

T4: Ración con pulpa de café ensilada (1.00 g/50 kg de inoculante) y secada

Fuente: Programa de formulación de raciones Dapp Nutrition, Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de alimentos de la UNTRM.

Etapa de crecimiento

Todos los animales (cuyes) iniciaron la etapa de crecimiento a la edad de 42 días de nacidos y de sexo machos agrupados en los tratamientos y con las repeticiones ya indicadas. Esta etapa, también, tuvo una duración de 21 días (3 semanas) registrándose 3 pesos, uno en la culminación de cada semana (cada 7 días). Asimismo, estuvieron expuestos a una ración balanceada (Tabla 40) con una dotación en sus comederos a razón del 3% de MS del peso vivo, a dos turnos por día (8:00 a.m. y 4:00 p.m.). Este alimento fue formulado a base de insumos que se comercializan en la zona, alcanzando, en todos los tratamientos, valores nutricionales requeridos para esta etapa (raciones iso-nutricionales).

En esta etapa también se controlaron y registraron consumos reales de alimento de los 4 tratamientos. El consumo de agua fue ad libitum.

Tabla 40. Ración balanceada para cuyes en etapa de crecimiento

INSUMOS	Testigo	Con uso de pulpa de café		
	T1	T2	T3	T4
Alfalfa fresca	78.66	78.66	78.66	78.66
Maíz grano	7.53	6.94	6.94	6.94
Torta de soya	3.38	4.22	4.22	4.22
Harina de pulpa de café	0.00	4.33	4.33	4.33
Polvillo de arroz	5.09	2.55	2.55	2.55
Afrecho de trigo	5.13	2.55	2.55	2.55
Aceite de soya	0.00	0.55	0.55	0.55
Lisina HCL	0.04	0.04	0.04	0.04
Metionina DL	0.04	0.04	0.04	0.04
Fosfato dicálcico	0.04	0.04	0.04	0.04
Sal común	0.09	0.09	0.09	0.09
VALOR NUTRITIVO				
Energía digestible (Mcal/kg)	3.02	3.02	3.02	3.02
Proteína Cruda (%)	19.30	19.30	19.30	19.30
Fibra Cruda (%)	14.45	14.47	14.47	14.47
Grasa (%)	4.06	4.08	4.08	4.08
Ceniza (%)	7.04	6.92	6.92	6.92
Calcio (%)	1.02	1.05	1.05	1.05
Fosforo (%)	0.47	0.47	0.47	0.47

T1: Ración sin pulpa de café

T2: Ración con pulpa de café secada.

T3: Ración con pulpa de café ensilada (0.50 g/50 kg de inoculante) y secada

T4: Ración con pulpa de café ensilada (1.00 g/50 kg de inoculante) y secada

Fuente: Programa de formulación de raciones Dapp Nutrition, Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de alimentos de la UNTRM.

Etapa de acabado

Todos los animales (cuyes) iniciaron la etapa de acabado a la edad de 63 días de nacidos y de sexo machos agrupados en los tratamientos y con las repeticiones ya indicadas. Esta etapa tuvo una duración de 14 días (2 semanas) registrándose 2 pesos, uno en la culminación de cada semana (cada 7 días). Asimismo, estuvieron expuestos a una ración balanceada (Tabla 41) con una dotación en sus comederos a razón del 3% de MS del peso vivo, a dos turnos por día (8:00 a.m. y 4:00 p.m.). Este alimento fue formulado a base de insumos que se comercializan en la zona, alcanzando, en todos los tratamientos, valores nutricionales requeridos para esta etapa (raciones iso-nutricionales).

En esta etapa también se controlaron y registraron consumos reales de alimento de los 4 tratamientos. El consumo de agua fue ad libitum.

Tabla 41. Ración balanceada para cuyes en etapa de acabado

INSUMOS	Testigo	Con uso de pulpa de café		
	T1	T2	T3	T4
Alfalfa fresca	78.70	78.66	78.66	78.66
Maíz grano	8.29	8.40	6.94	6.94
Torta de soya	3.80	4.56	4.22	4.22
Harina de pulpa de café	0.00	4.33	4.33	4.33
Polvillo de arroz	4.24	1.48	2.55	2.55
Afrecho de trigo	4.24	1.48	2.55	2.55
Aceite de soya	0.55	0.95	0.55	0.55
Lisina HCL	0.04	0.02	0.04	0.04
Metionina DL	0.04	0.02	0.04	0.04
Fosfato dicálcico	0.00	0.00	0.04	0.04
Sal común	0.09	0.09	0.09	0.09
VALOR NUTRITIVO				
Energía digestible (Mcal/kg)	3.12	3.12	3.12	3.12
Proteína Cruda (%)	18.40	18.40	18.40	18.40
Fibra Cruda (%)	14.24	14.24	14.24	14.24
Grasa (%)	5.22	5.25	5.25	5.25
Ceniza (%)	6.84	6.85	6.85	6.87
Calcio (%)	1.00	1.01	1.01	1.02
Fosforo (%)	0.43	0.43	0.43	0.43
Costo S./kg	1.13	1.09	1.09	1.09

T0: Ración sin pulpa de café

T1: Ración con pulpa de café secada.

T2: Ración con pulpa de café ensilada (100% inoculante) y secada

T3: Ración con pulpa de café ensilada (150% inoculante) y secada

Fuente: Programa de formulación de raciones Dapp Nutrition, Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de alimentos de la UNTRM.

En cada tratamiento se realizó cinco repeticiones, analizando los índices productivos de cuyes por cada tratamiento, obteniendo los siguientes resultados:

Ganancia de Peso

El análisis de datos indica que existe diferencia significativa con respecto a la ganancia de peso en cuyes, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presenta una media superior (818.37 g) a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado. Además, se observa que el CV= 4.35, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto (Tabla 42).

Tabla 42. Completamente Randomizado AOV para Ganancia de Peso en gramos

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	3	24662.3	8220.77	7.46	0.0024
Error	16	17620.6	1101.28		
Total	19	42282.9			

Grandioso 763.28 CV 4.35

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	6.53	3	0.0886
Q de Cochran	0.4752		
Mayor Var / menor Var	8.8948		

Componente de varianza entre grupos 1423.90

Tamaño celular efectivo 5.0

TRATAMIENTO	Media
1(0% pulpa de café)	818.37
2(10% pulpa de café + térmico)	765.69
3(10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	723.62
4(10% pulpa de café + bacterias 1 g)	745.42

Observación por media 5

Error estándar de una media 14.841

Error estándar (diferencia de 2 significa) 20.988

Tabla 43. Comparaciones Múltiples de Tukey para Ganancia de Peso en gramos

TRATAMIENTO	Grupos Homogéneos medios
1 (0% pulpa de café)	818.37 A
2 (10% pulpa de café + térmico)	765.69 AB
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	745.42 B
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	723.62 B

Alfa 0.05 error estándar para la comparación 20.988

Valor crítico Q 4.047 valor crítico para la comparación 60.058

Hay 2 grupos (A y B) en los medios

Tabla 44. Ganancia de Peso Total (gramos)

Tto./Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	834.20	884.90	801.00	778.03	793.73	818.37
T2	776.47	782.53	770.00	747.10	752.37	765.69
T3	715.17	738.77	712.13	744.03	708.03	723.63
T4	738.67	705.17	804.30	699.67	779.30	745.42

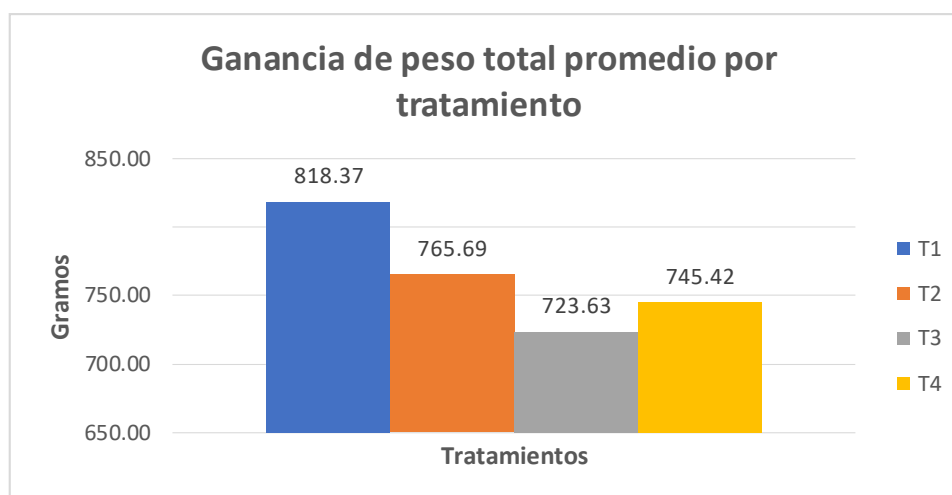


Figura 27. Ganancia de peso total promedio por tratamiento

Consumo de Alimento

Los resultados muestran que no existe diferencia significativa con respecto al consumo del alimento por los cuyes, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café y los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado, producen los mismos resultados con una media general de 2356.6 gramos de consumo de alimentos por cuy. Además, se observa que el CV= 2.03, es un valor

confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto (Tabla 45).

Tabla 45. Completamente Randomizado AOV para Consumo de Alimento en gramos

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	3	22250.9	7416.97	3.25	0.0597
Error	16	36558.3	2284.89		
Total	19	58809.2			

Grandioso 2356.6 CV 2.03

Prueba de Bartlett de varianzas iguales 3.61 Chi-Sq 3 DF 0.3064 P
 Q de Cochran 0.4535
 Mayor Var / menor Var 6.3809

Componente de varianza entre grupos 1026.41
 Tamaño celular efectivo 5.0

TRATAMIENTO	Media
1 (testigo, 0% pulpa de café)	2386.7
2 (10% pulpa de café + térmico)	2392.9
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	2326.4
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	2320.4

Observación por media 5
 Error estándar de una media 21.377
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 30.232

Tabla 46. Comparaciones Múltiples de Tukey para Consumo de Alimento en gramos

TRATAMIENTO	Grupos Homogéneos Medios
2 (10% pulpa de café + térmico)	2392.9 A
1 (0% pulpa de café)	2386.7 A
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	2326.4 A
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	2320.4 A

Alfa 0.05 error estándar para la comparación 30.232
 Valor crítico Q 4.047 valor crítico para la comparación 86.508
 No hay diferencia significativa entre pares entre los medios

Tabla 47. Consumo de Alimento Total (gramos)

Tto./Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	2441.54	2442.20	2388.97	2319.23	2341.77	2386.74
T2	2376.28	2386.20	2387.21	2377.12	2437.57	2392.87
T3	2387.28	2316.06	2303.66	2313.11	2311.89	2326.40
T4	2263.16	2325.06	2407.59	2252.66	2353.40	2320.37

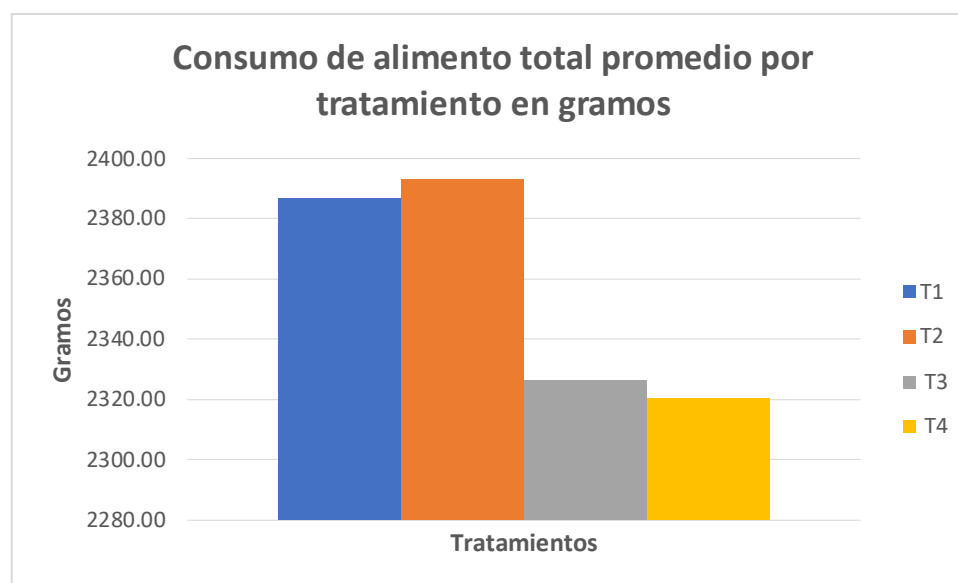


Figura 28. Consumo de alimento total promedio por tratamiento

Conversión Alimenticia

El análisis de datos muestra que existe diferencia significativa con respecto a la conversión alimenticia en cuyes, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presenta una media de 2.92, indicando una mejor conversión alimenticia en referencia a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado. Además, se observa que el CV= 3.32, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto (Tabla 48).

Tabla 48. Completamente Randomizado AOV para Conversión Alimenticia

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	3	0.23622	0.07874	7.46	0.0024
Error	16	0.16888	0.01056		
Total	19	0.40510			

Grandioso 3.0955 CV 3.32

Chi-Sq DF P
 Prueba de Bartlett de varianzas iguales 1.12 3 0.7733
 Q de Cochran 0.4315
 Mayor Var / menor Var 2.7275

Componente de varianza entre grupos 0.01364

Tamaño celular efectivo 5.0

TRATAMIENTO	Media
1 (0% pulpa de café)	2.9200
2 (10% pulpa de café + térmico)	3.1260
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	3.2180
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	3.1180

Observación por media 5
 Error estándar de una media 0.0459
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.0650

Tabla 49. Comparaciones Múltiples de Tukey para Conversión Alimenticia

TRATAMIENTO	Grupos Homogéneos Medios
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	3.2180 A
2 (10% pulpa de café + térmico)	3.1260 A
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	3.1180 A
1 (0% pulpa de café)	2.9200 B

Alfa 0.05 error estándar para la comparación 0.0650
 Valor crítico Q 4.047 valor crítico para la comparación 0.1859
 Hay 2 grupos (A y B) en el que los medios no son significativamente diferentes entre si

Tabla 50. Conversión Alimenticia

Tto. /Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	2.93	2.76	2.98	2.98	2.95	2.92
T2	3.06	3.05	3.10	3.18	3.24	3.13
T3	3.34	3.14	3.23	3.11	3.27	3.22
T4	3.06	3.30	2.99	3.22	3.02	3.12

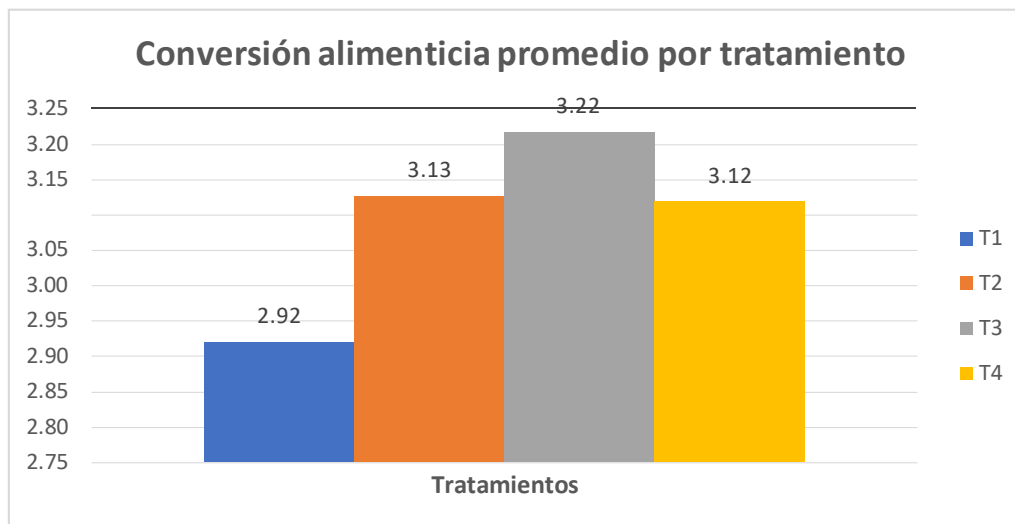


Figura 29. Conversión alimenticia promedio por tratamiento

Rendimiento de Carcasa

El análisis ANVA, indica que no existe diferencia significativa con respecto al rendimiento en carcasa en cuyes, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café y los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado, producen los mismos resultados con una media general de 66.67 % de rendimiento en carcasa de cuy. Además, se observa que el CV= 2.20, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto (Tabla 51).

Tabla 51. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Rendimiento de Carcasa

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIENTO	3	14.6899	4.89663	2.28	0.1190
Error	16	34.4327	2.15204		
Total	19	49.1226			

Grandioso 66.672 CV 2.20

	Chi-Sq	DF	P
Prueba de Bartlett de varianzas iguales	0.37	3	0.9460
Q de Cochran	0.3235		
Mayor Var / menor Var	1.7485		

Componente de varianza entre grupos 0.54892

Tamaño celular efectivo 5.0

TRATAMIEN	Mean
1 (0% pulpa de café)	66.742
2 (10% pulpa de café + térmico)	65.310
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	66.972
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	67.666

Observación por media 5
 Error estándar de una media 0.6561
 Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.9278

Tabla 52. Comparaciones Múltiples de Tukey para porcentaje de Rendimiento de Carcasa

TRATAMIENTO	Grupos Homogéneos Medios
4 (10% pulpa de café + bacterias 1 g)	67.666 A
3 (10% pulpa de café + bacterias 0.5 g)	66.972 A
1 (0% pulpa de café)	66.742 A
2 (10% pulpa de café + térmico)	65.310 A

Alfa 0.05 error estándar para la comparación 0.9278
 Valor crítico Q 4.047 valor crítico para la comparación 2.6549
 No hay diferencias significativas entre pares entre los medios

Tabla 53. Peso Vivo Final (gramos)

Tto./Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	1276.9	1229.4	1088.6	1206.7	1213.7	1203.06
T2	1218.2	1097.9	1084.5	1232.1	1187.3	1164.00
T3	1032.8	1035.3	1192	1168.5	1171.5	1120.02
T4	1074.6	1024.5	1089.1	1353.9	1105.4	1129.50

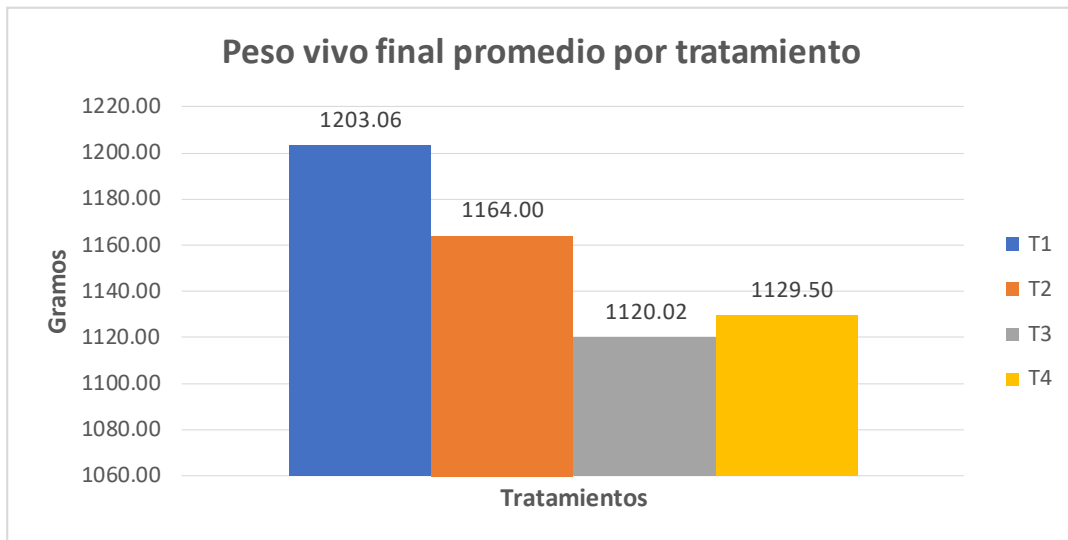


Figura 30. Peso vivo final promedio por tratamiento

Tabla 54. Peso de Carcasa (gramos)

Tto. /Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	827.6	835.6	740.8	801.9	806.3	802.44
T2	792.6	746.8	695.6	785.9	793.4	762.86
T3	672.2	684.5	824.1	792.6	781.1	750.90
T4	741.7	687.6	746.5	891	749.9	763.34

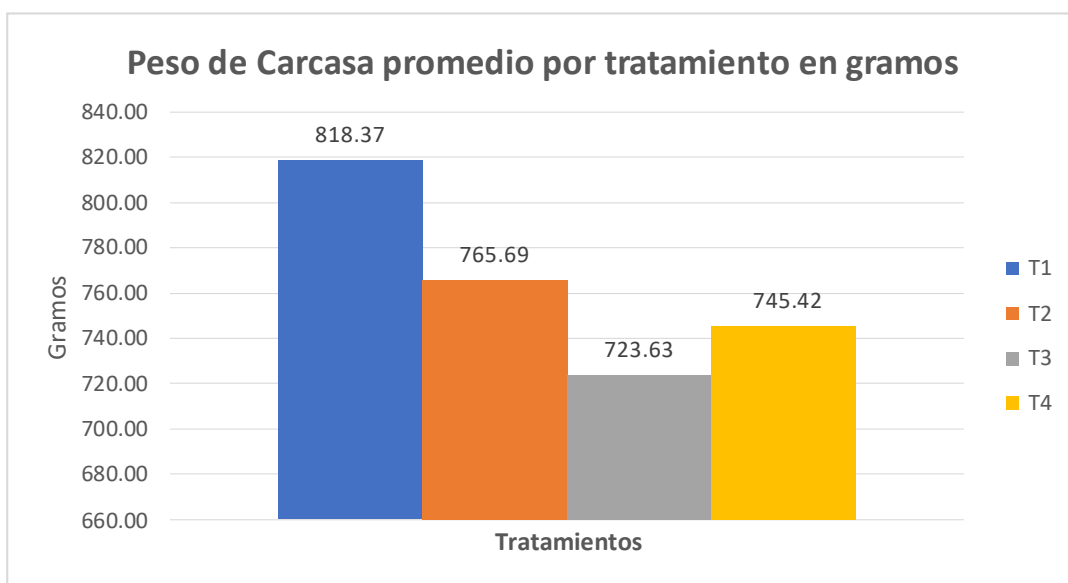


Figura 31. Peso de carcasa promedio por tratamiento

Tabla 55. Rendimiento de Carcasa (%)

Tto./Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	64.81	67.97	68.05	66.45	66.43	66.74
T2	64.90	68.02	64.14	63.46	66.07	65.32
T3	65.09	66.12	69.14	67.83	66.68	66.97
T4	69.02	67.12	68.54	65.81	67.84	67.67

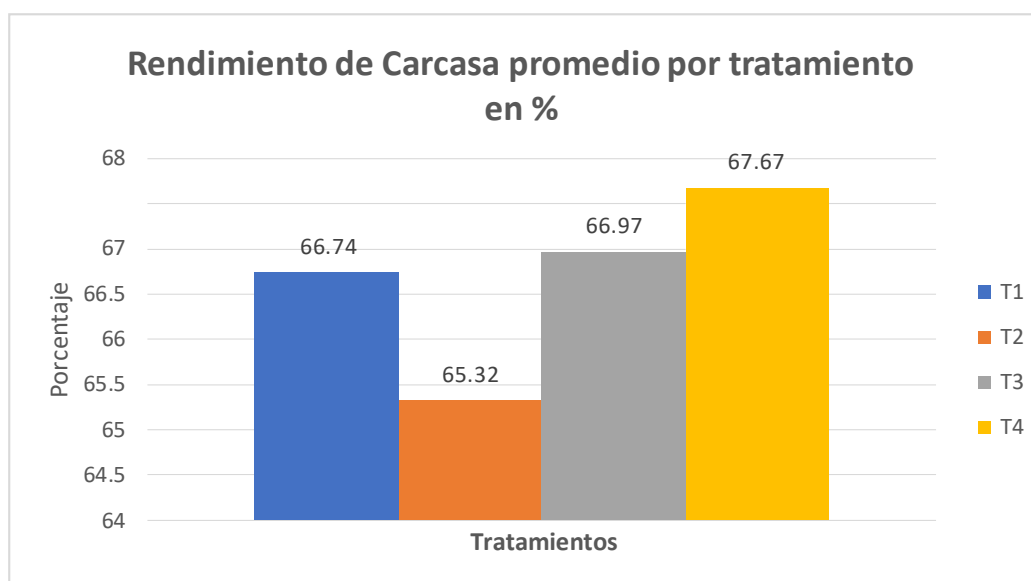


Figura 32. Rendimiento de carcasa promedio por tratamiento

Análisis Económico

El análisis de datos muestra que existe diferencia significativa con respecto al análisis económico, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presenta una media de 87.022, indicando el peor análisis económico (merito económico) en referencia a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado. Además, se observa que el CV= 1.06, es un valor confiable debido a que se encuentra cercano a cero y dentro del 35% de un valor tolerante para cuando se trata de trabajos experimentales a campo abierto (Tabla 56).

Tabla 56. Completamente Randomizado AOV para porcentaje de Merito Económico

Fuente	DF	SS	MS	F	P
TRATA	3	22.4935	7.49783	8.45	0.0014
Error	16	14.2050	0.88781		
Total	19	36.6985			

Grandioso 88.732 CV 1.06

Chi-Sq DF P

Prueba de Bartlett de varianzas iguales 3.75 3 0.2894

Q de Cochran 0.4559

Mayor Var / menor Var 6.6526

Componente de varianza entre grupos

1.32200

Tamaño celular efectivo

5.0

TRATA Media

1 87.022

2 87.630

3 88.630

4 88.570

Observación por media 5

Error estándar de una media 0.4214

Error estándar (diferencia de 2 significa) 0.5959

Tabla 57. Comparaciones Múltiples de Tukey para porcentaje de Merito económico por tratamiento

TRATAMIENTO	Grupos Homogéneos Medios
3 88.570	A
4 88.210	A
2 87.630	AB
1 87.022	B

Error estándar alfa 0.05 para comparación 0.5959

Valor Q crítico 4.047 valor crítico para comparación 1.7052

Hay 2 grupos (Ay B) en los que los medios no son significativamente ente sí.

Tabla 58. Costo de alimentación por cuy (S/.)

Tto. /Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	6.89	6.89	6.74	6.55	6.61	6.74
T2	6.89	6.74	6.55	6.61	6.46	6.65
T3	6.74	6.55	6.61	6.46	6.48	6.57
T4	6.55	6.61	6.46	6.48	6.49	6.52

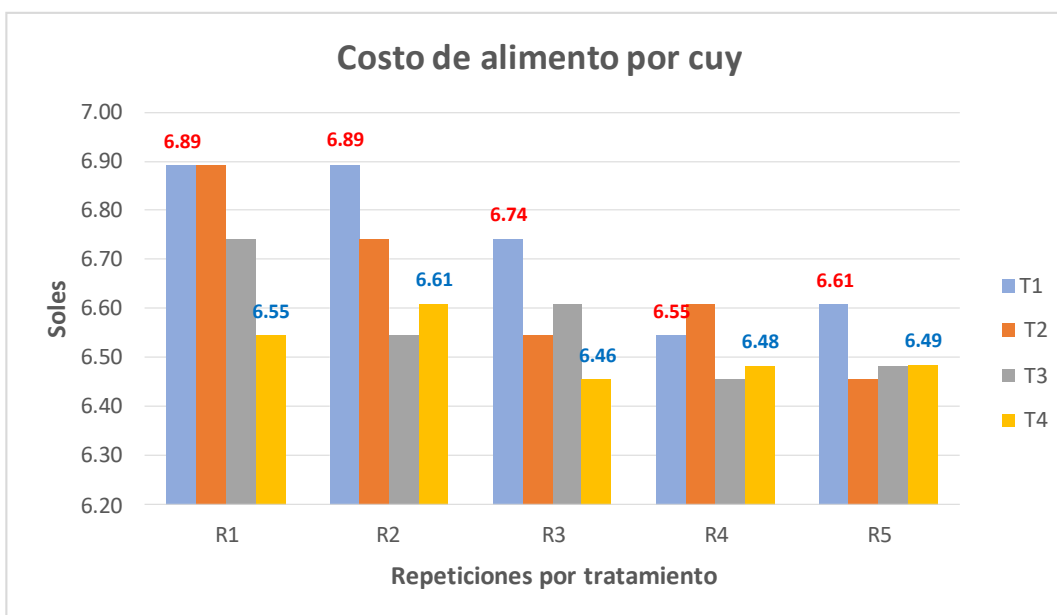


Figura 33. Costo de alimento por cuy por repeticiones

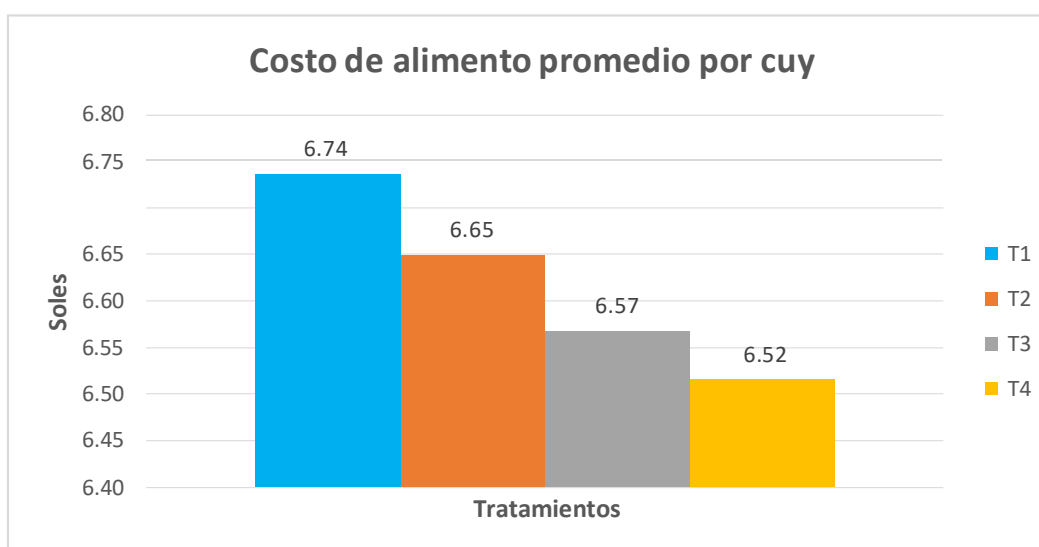


Figura 34. Costo de alimento promedio por cuy por tratamiento

Tabla 59. Costo total por cuy (S/.)

Tto. /Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	26.89	26.89	26.74	26.55	26.61	26.74
T2	26.89	26.74	26.55	26.61	26.46	26.65
T3	26.74	26.55	26.61	26.46	26.48	26.57
T4	26.55	26.61	26.46	26.48	26.49	26.52

Tabla 60. Ganancia total por cuy (S/.)

Tto. /Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	23.11	23.11	23.26	23.45	23.39	23.26
T2	23.11	23.26	23.45	23.39	23.54	23.35
T3	23.26	23.45	23.39	23.54	23.52	23.43
T4	23.45	23.39	23.54	23.52	23.51	23.48

Tabla 61. Merito económico por cuy (%)

Tto. /Rept.	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	85.94	85.93	86.97	88.36	87.91	87.02
T2	85.93	86.97	88.36	87.91	89.00	87.63
T3	86.97	88.36	87.91	89.00	88.80	88.21
T4	88.36	87.91	89.00	88.80	88.78	88.57

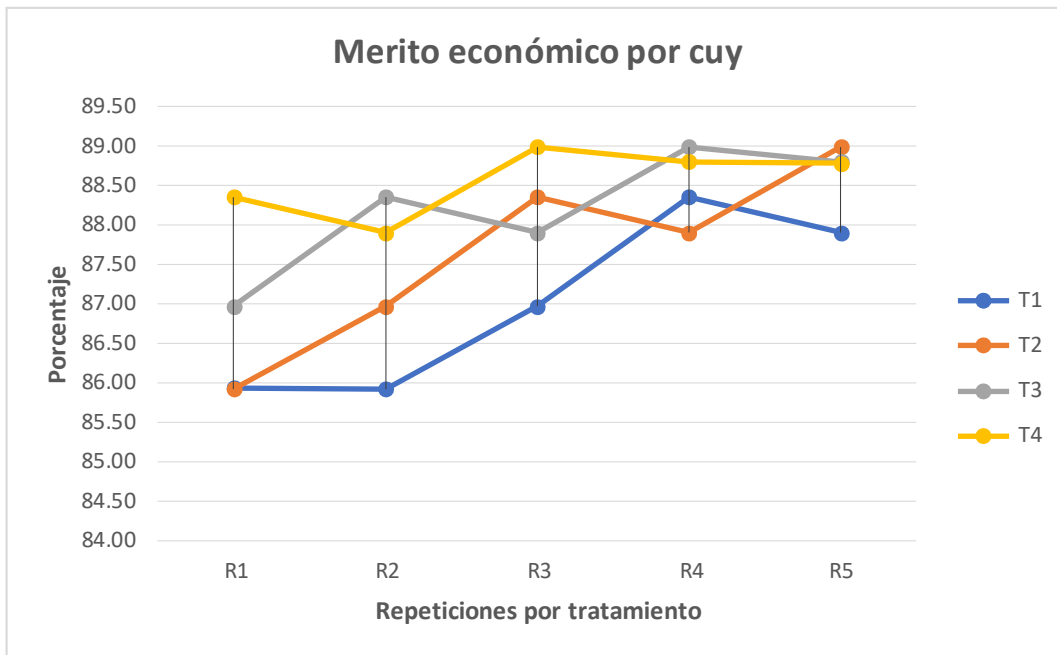


Figura 35. Merito económico por cuy por repeticiones

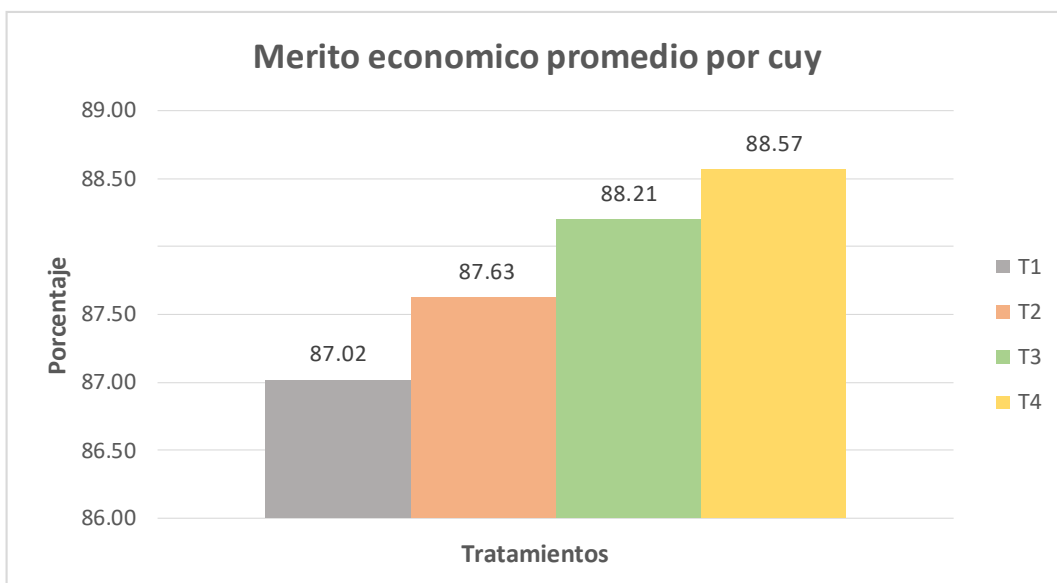


Figura 36. Mérito Económico Promedio por cuy por tratamiento

IV. DISCUSIÓN

4.1 Composición nutricional de la pulpa de café

El análisis de los resultados, indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado a 60 días de fermentación con respecto a la composición nutricional de la pulpa de café, dónde se evaluaron Proteína, Fibra cruda, Digestibilidad In vitro, FDA, FDN, Ceniza, EE, Humedad, Materia seca, Energía bruta, Calcio y Fósforo, es decir el tratamiento térmico y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados, salvo en el caso del ELN donde se denota que el tratamiento térmico (sin inclusión de inoculante) presenta el valor más elevado (57.26%), indicándonos con esto que el tratamiento térmico a la pulpa de café presenta una mayor cantidad de carbohidratos contenidos en este. Al respecto Noriega et al., (2009), mencionan que el incremento del tiempo de ensilaje aumenta la concentración de cenizas y taninos, de manera general el factor tiempo influye en las características químicas de la pulpa de café, encontrando alto valor nutricional a los 120 días de ensilado y potencialmente podría ser recomendada en la elaboración de dietas para animales. Además, Noriega et al., (2008), encontraron que, a los 120 días de ensilaje, la pulpa presenta los mayores tenores de proteína cruda, menores valores de extracto libre de nitrógeno y valores bajos de taninos que le proporcionan un alto valor nutricional para la alimentación de bovinos, ovinos, peces, aves, conejos y cerdos permitiendo su aprovechamiento, tanto en las zonas donde es producido como en otras donde se demande su empleo.

4.2 Índices productivos de cuyes

El análisis de datos indica que existió diferencia significativa con respecto a la ganancia de peso en cuyes, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presentó una media superior (818.37 g) a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado, sin embargo, el tratamiento testigo fue el que presentó mayor costo de producción y menor mérito económico 87.02%. Al respecto Yalta (2015), no encontró diferencia significativa en la ganancia en peso en cuyes con la incorporación de pulpa de café en la dieta, de igual manera Molina et al. (1990) al evaluar la ganancia de peso en pollos incorporando a la dieta 15% de pulpa de café sin mostrar diferencia significativa con el grupo control.

Con respecto a la conversión alimenticia se encontró diferencia significativa, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presentó una media de 2.92, indicando una mejor eficiencia a la conversión alimenticia en referencia a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado. Estos valores son más eficientes a los reportados por Pareja, M. (2012), entre 6,20 y 6,71 al estudiar tres niveles de palmiste en la alimentación de cuyes y se encuentran dentro de los parámetros determinados por Jácome, V. (2004) entre 4,50 a 8,00 al alimentar cuyes con forraje más concentrado durante el crecimiento y engorde. Estas deducciones precisan las ventajas nutricionales de utilizar harina de pulpa de café hasta el 35 % de la ración experimental para alimentar cuyes durante el crecimiento y engorde, sin que afecte de manera alguna el comportamiento productivo. Por otra parte, se menciona en casos donde disminuya la provisión del forraje verde en las explotaciones de cuyes, la suplementación con concentrados es una solución dentro del manejo de la alimentación, siempre y cuando, se emplee en la formulación concentrada materias primas de buen aporte nutricional, exista disponibilidad en el mercado y a bajo costo, como lo sostiene (Perucuy, 2010) y (Jácome, V. 2004), al indicar que los concentrados son mezclas balanceadas, las cuales son necesarias para los cuyes sobre todo cuando el forraje disminuya por efectos de las fuertes lluvias y el verano por la falta de agua de riego; sin embargo, su empleo está supeditado a los costos de las dietas.

Respecto al análisis de los resultados en consumo de alimento y rendimiento de carcasa, indican que no existe diferencia significativa entre el tratamiento testigo y los tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado

V. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados, indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la obtención de ensilado a 60 días de fermentación con respecto a la composición nutricional de la pulpa de café, dónde se evaluaron Proteína, Fibra cruda, Digestibilidad In vitro, FDA, FDN, Ceniza, EE, Humedad, Materia seca, Energía bruta, Calcio y Fósforo, es decir el tratamiento térmico (sin inoculante) y los tratamientos con inóculo microbiológico comercial SIL-ALL al 0,5 g y 1 g producen los mismos resultados en 60 días de fermentación.

El análisis de datos indica que existió diferencia significativa con respecto a la ganancia de peso en cuyes, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presentó una media superior (818.37 g) a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado, sin embargo, el tratamiento testigo fue el que presentó mayor costo de alimentación (6.74 soles) y menor merito económico (87.02%.)

Con respecto a la conversión alimenticia se encontró diferencia significativa, es decir el tratamiento testigo sin incluir pulpa de café presentó una media de 2.92, indicando una mejor conversión alimenticia en referencia a los demás tratamientos con inclusión de 10% de pulpa de café y diversos métodos de ensilado.

El mayor mérito económico (88.57%) y menor costo de alimentación (6.52 soles) se alcanzó con el tratamiento 4 (10 % pulpa de café + inoculante + térmico); mientras que la menor ganancia se registró en el tratamiento 1 (0% de pulpa de café)

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M. y J., Rodríguez. 1994. Impacto ambiental de procesamiento de café en costa rica. *Agronomía Costarricense*. Volumen 18, número 2, P 2017-2025. Costa Rica.
- Guillen, R. y O., Rivas. (2012). Producción de metano a partir de desechos orgánicos generados en el Tecnológico de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Volumen 25, número 2, p 73-79. San José, Costa Rica.
- Jaramillo, J. 2003. Efectos de la inadecuada gestión de Residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia.
- JNC, 2016. Informativo de la Junta Nacional del Café. *Cafetalero*. Año 14, número 56, p 42. Lima, Perú.
- MINAGRI, 2014. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú.
- Molina, M., O., Lechuga y R., Bressani. 1990. Valor nutritivo de la pulpa de café sometida a fermentación solida usando *Aspergillus niger* en pollos y cerdos. *Agronomía Mesoamericana*. Volumen 1, p 79-82. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Mühlbach, P. 1999. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. *Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos*. Volumen 161, p 157-172. Roma, Italia.
- Noriega, A.; R., Silva y M., García. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia tropical*. Volumen 27, número 2, p 135-141. Monagas, Venezuela.
- Noriega, A.; Silva, R.; y García, M. 2008. Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootecnia tropical*. Volumen 26, número 4, p 411-419. Monagas, Venezuela.
- Orozco, L., K., Castro y G., Taborda. 2012. Reducción de la demanda química de oxígeno, coliformes, mohos y levaduras en mucilago de café mediante

electrocoagulación. Revista de investigación agraria y ambiental. Volumen 4, número 1, p 13-19. Manizales, Colombia.

Rathinavelu, R. y G. Grozioni. 2005. Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos de café. ICS-UNIDO, Science Park. Departamento de biología de la Universidad de Trieste. Trieste, Italia.

Rodríguez, N. 2003. Ensilaje de pulpa de café. Avances técnicos CENICAFÉ. Chinchina-Caldas, Colombia.

Rodríguez, N. y D. Zambrano 2010. Los subproductos del café: fuente de energía renovable. Avances técnicos CENICAFÉ. Chinchina-Caldas, Colombia.

Yalta, J. 2015. Efecto de la alimentación con pulpa de café en los índices productivos de los cuyes raza Perú. UNTRM. Chachapoyas, Perú.

VII. ANEXO



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9



Fotografia 10



Fotografia 11



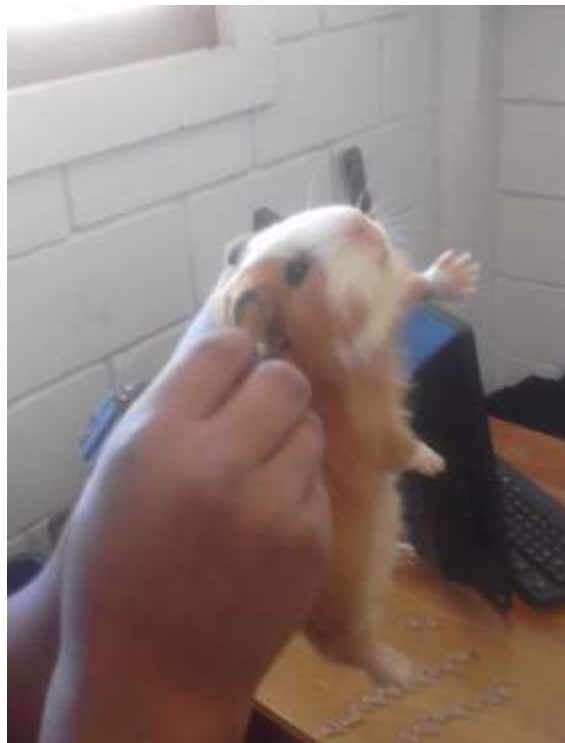
Fotografía 12



Fotografía 13



Fotografia 14



Fotografia 15



Fotografia 16



Fotografia 17



Fotografia 18



Fotografia 19



Fotografía 20



Fotografía 21



Fotografia 22



Fotografia 23



Fotografía 24



Fotografía 25