

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario**

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE
LA CANAL CALIENTE DE CERDOS CRIOLLOS
ALIMENTADOS CON SACHA INCHI EN CÁPSULA.”**

AUTORES:

Celia Dalila Licuy Shiguango
Mashna Alexis Tsamaraint Riofrio

DIRECTORA:

Dra. M.V. María Isabel Viamonte Garcés, PhD

PUYO – ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros Celia Dalila Licuy Shiguango y Mashna Alexis Tsamaraint Riofrio, declaramos que el presente Trabajo de Titulación **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL CALIENTE DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS CON SACHA INCHI EN CÁPSULA.”**, es de nuestra propia autoría y que los resultados obtenidos en el mismo son legítimos y originales. Los textos presentes en el documento provenientes de fuentes de autores se encuentran debidamente citados y referenciados de acuerdo a la NORMA APA, sexta edición.

Como autores del presente trabajo asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos presentes en este Trabajo de Titulación.

Puyo, 26 de enero del 2020

.....

Celia Dalila Licuy Shiguango
C.I. 1500902356

.....

Mashna Alexis Tsamaraint Riofrio
C.I. 1401250491

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Yo, María Isabel Viamonte Garcés, con C.I: 1757041460 certifico que los egresados, Celia Dalila Licuy Shiguango y Mashna Alexis Tsamaraint Riofrio, realizaron el Proyecto de Investigación titulado: “COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL CALIENTE DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS CON SACHA INCHI EN CÁPSULA.” previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario bajo mi supervisión.

.....

Dra. M. V. María Isabel Viamonte Garcés PhD

DIRECTORA DE PROYECTO

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación titulado: “Comportamiento productivo y rendimiento de la canal caliente de cerdos criollos alimentados con sachá inchi en cápsula.”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal

Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. William Orlando Caicedo Quinche, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. David Sancho, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En la culminación de mis estudios quiero agradecer a Dios, mis padres y hermanos por apoyarme siempre y animarme a cumplir mis sueños y metas.

A la Universidad Estatal Amazónica por haberme acogido durante estos 5 años, brindarme una educación de la más alta calidad y permitir mi formación profesional. A mis queridos profesores por compartir sus valiosos conocimientos, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Quiero expresar un fraterno agradecimiento a la Dra. María Isabel Viamonte por guiarme y compartir sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo y a la Ing. Janeth Sánchez quien me ayudo con las instalaciones y guio para el buen desarrollo del trabajo en campo.

DEDICATORIA

En esta fase final de mi vida universitaria, dedico este trabajo primeramente y con todo mi corazón a mis padres Ricardo Licuy y Silvia Shiguango, quienes me han inculcado el valor de la perseverancia y el esfuerzo, gracias a su apoyo y trabajo duro he logrado culminar mi carrera universitaria.

A mis queridos hermanos: Jinson, Widinson, Fabricio, Ashley y Aysha quienes han sabido entender y hacer sacrificios para que mi meta se cumpliera.

A todo el resto de mi familia: abuelos, tíos, primos quienes me apoyaron ya sea económicamente o con palabras de aliento y a la comunidad a la que pertenezco “Pumayacu” por tener altas expectativas de mí y ver en mi un ejemplo para los jóvenes de la comunidad.

Celia Dalila Licuy Shiguango

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme y haber puesto a todas las personas que me apoyaron en el transcurso de mi formación académica. Un especial agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica por la oportunidad que nos otorga a los ecuatorianos en el anhelado fin de conseguir los sueños de superación. Al cuerpo docente a por su dedicación y comprensión durante todo el tiempo de aprendizaje. A mis padres quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional

Un fraterno agradecimiento a la Dra. María Isabel Viamonte por guiarme y compartir sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Alexandra Riofrío quien siempre estuvo conmigo brindándome su apoyo

Mashna Alexis Tsamaraint Riofrío

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El presente trabajo se desarrolló en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en la provincia de Napo, con el fin de evaluar el comportamiento productivo y rendimiento de la canal caliente de cerdos criollos alimentados con Sacha inchi en cápsula, en el cual se sustituyó el 20% de balanceado por harina de Sacha inchi con cápsula. Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22,1 bajo ambiente Windows. Se realizó una estadística descriptiva en los datos de composición química, indicadores productivos y características de la canal determinando la media y la desviación estándar con valores máximos y mínimos. Para lo cual se usaron cerdos entre hembras y machos castrados con un peso vivo promedio de 64 ± 2 kg en cubiles individuales, el experimento duró 30 días más 5 días de adaptación. Se determinó en la dieta: proteína bruta, fibra bruta, grasa, energía bruta, energía digestible y energía metabolizable; de indicadores del comportamiento productivo: consumo diario, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, peso inicial y final y de la canal: peso vivo antes del sacrificio, peso de la canal, rendimiento de la canal, porcentaje magro, espesor de la grasa dorsal, longitud y ancho de la canal, además de la medición de la temperatura y pH de las carnes. El análisis del 20% de harina de Sacha inchi con cápsula + Balanceado presentó los siguientes valores: PB (16,32%), FB (14,95%), Grasa (10,10%), EB (4,77 Mcal/Kg), ED (3,71 Mcal/Kg) y EM (3,04 Mcal/Kg). En indicadores del comportamiento productivo se obtuvieron promedios de: consumo diario (1,24 kg), ganancias diarias de peso (0,36 kg), conversión alimenticia (3,66), peso vivo inicial (64,33 Kg), peso vivo final (75,08 kg). En cuanto a las características de la canal las medias fueron peso vivo antes mortem (67,83 kg), peso de la canal (43,03 kg), rendimiento de la canal (69,41%), porcentaje magro (50,50%), EGD (18,66 mm). En el comportamiento de la temperatura se obtuvo valores dentro del rango normal ($39,2$ °C – $28,9$ °C) y el pH bajo de 6,5 a 4,8 en menos de dos horas. En general los resultados obtenidos de la sustitución del 20% del balanceado con sachá inchi con capsula, en cuanto al comportamiento productivo y rendimiento de la canal tienen valores aceptables para cerdos criollos en la etapa de ceba.

PALABRAS CLAVE: Cerdos criollos, Sacha inchi, ceba, Características de la canal.

EXECUTIVE SUMMARY AND KEY WORDS

The present work was developed in the Amazon Postgraduate and Conservation Research Center of the Amazon State University, located in the province of Napo, in order to evaluate the productive behavior and performance of the hot channel of fed Creole pigs are Sacha inchi in capsule, in which the balanced 20% was replaced by Sacha inchi flour with capsule. For the statistical processing of the data, the statistical package SPSS version 22.1 was used under Windows environment. A descriptive statistic was carried out on the chemical composition data, productive indicators and characteristics of the channel, determining the mean and standard deviation with maximum and minimum values. For which pigs between females and castrated males with an average live weight of 64 ± 2 kg in individual cubiles were used, the experiment lasted 30 days plus 5 days of adaptation. At the end of the period, three randomly chosen animals were slaughtered. In the diet, the proximal composition was determined: crude protein (PB), crude fiber (FB), Fat, gross energy EB, digestible energy (ED) and metabolizable energy (MS); In animals, the indicators of productive behavior were evaluated: daily consumption, daily weight gain, feed conversion, initial and final weight; of the characteristics of the carcass: live weight before slaughter, carcass weight, carcass performance, lean percentage, dorsal fat thickness (EGD), carcass length and width, in addition to temperature measurement ($^{\circ}$ C) and meat pH. The analysis of 20% Sacha inchi flour with capsule + Balanced showed the following values: PB (16.32%), FB (14.95%), Fat (10.10%), EB (4.77 Mcal /Kg), ED (3.71 Mcal / Kg) and MS (3.04 Mcal / Kg). In indicators of productive behavior, averages of: daily consumption (1.24 kg), daily weight gains (0.36 kg), food conversion (3.66), initial live weight (64.33 Kg), live weight were obtained final (75.08 kg). As for the characteristics of the canal, the means were live weight before mortem (67.83 kg), weight of the canal (43.03 kg), canal performance (69.41%), lean percentage (50.50 %), EGD (18.66 mm). In the behavior of the temperature values were obtained within the normal range (39.2° C - 28.9° C) and the low pH of 6.5 to 4.8 in less than two hours. In general, the results obtained from the replacement of 20% of the balanced with sachu inchi with capsule, in terms of the productive behavior and performance of the canal have acceptable values for Creole pigs in the fattening stage.

KEY WORDS: Creole pigs, Sacha inchi, fattening, Channel characteristics.

Tabla de contenidos

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema de investigación.	2
1.1.1. Justificación	2
1.1.2. Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2. 1. Comportamiento productivo de los cerdos criollos (Ibéricos).	4
2.1.1. Consumo de alimento.	4
2.1.2. Ganancia media diaria	4
2.1.3. Conversión alimenticia.....	5
2.2. Producción y usos del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) en el Ecuador.....	5
2.2.1. Composición química y ácidos grasos esenciales (Omega 3, 6 y 9) del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) en cápsula.....	5
2.2.2. Factores antinutricionales del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>).....	6
2.2.3. Uso del Sacha inchi en la alimentación de cerdos.....	6
2.3. Requerimientos nutricionales del cerdo criollo ibérico en la etapa de finalización de la ceba.....	7
2.3.1. Proteína.....	7
2.3.2. Energía.....	7
2.3.3. Fibra.....	8
2.4. Características del rendimiento de la canal en cerdos alimentados con dietas no convencionales.....	8

2.4.1. Rendimiento de la canal caliente. Factores que influyen en el rendimiento de la canal del porcino.....	8
2.4.2. Porcentaje de grasa abdominal	9
2.4.3. pH en caliente	9
CAPÍTULO III.....	10
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	10
3.1. Localización	10
3.2. Tipo de Investigación	10
3.3. Métodos de Investigación	11
3.4. Diseño de la Investigación y Análisis estadístico.....	14
3.4.2. Variables bajo estudio.....	14
3.5. Análisis estadístico	15
3.6. Materiales	15
3.5.1. Equipos	15
CAPÍTULO IV.....	16
4. RESULTADOS ESPERADOS	16
CAPÍTULO V.....	23
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
5.1. Conclusiones.....	23
5.2. Recomendaciones	23
CAPÍTULO VI.....	24
6. BIBLIOGRAFÍA.....	24
CAPÍTULO VII.....	31
7. ANEXOS	31

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química de la dieta formulada con la sustitución del 20% de harina del Sacha inchi con cápsula.....	16
Tabla 2. Indicadores del comportamiento productivo en cerdos criollos en la ceba final con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) en cápsula.....	17
Tabla 3. Rendimiento de la canal de cerdos criollos en la ceba final con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) en cápsula.....	19

Índice de figuras

Figura 1. Localización de programa porcino en el CIPCA	10
Figura 2. Representación de los puntos P1, P2 y P3.	13

Índice de gráficos

Gráfico 1. Comportamiento de la temperatura en los diferentes cortes de carne de los cerdos criollos alimentados con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) en cápsula.....	20
Gráfico 2. Comportamiento del pH en los diferentes cortes de carne de los cerdos criollos alimentados con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>) en cápsula.	21

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

La producción porcina en el Ecuador es de gran importancia económica, el último censo realizado en 2017 demostró que el estimado de la población llega a 4.190.611 cerdos (INEC, 2017). La población de cerdos criollos en el campo ha sobrevivido a diferentes tipos de explotación al ser un animal omnívoro con alta resistencia a las condiciones adversas mismas características que le ha permitido subsistir con variadas formas de alimentación condicionadas a factores climáticos y ambientales típicas de las regiones de del Ecuador. Sin embargo, la raza criolla se ha marginado de los grandes sistemas de explotación debido a su desvalorización en el mercado. El cerdo criollo nacional posee gran potencial productivo, aunque su población ha disminuido Algunos de estos ejemplares puros se encuentra en las zonas rurales del país, presentando siempre sus características innatas y con las capacidades productivas disminuidas debido al mestizaje con razas locales e importadas (Velázquez, Vargas, Andrade, Baldeón y Sánchez, 2014).

La explotación del cerdo criollo en el Ecuador está ligada a un sistema extensivo y de traspatio, usualmente es alimentado con residuos de cocina, forrajes o subproductos agroindustriales, el sacrificio y procesado, en muchos casos, se realiza en las propias casas, lo que conlleva a bajos índices productivos (Ramos, 2008).

La alimentación deficiente reduce al mínimo el potencial productivo de esta raza, razón por la cual surge la necesidad de encontrar alternativas alimenticias que permita optimizar los recursos locales y así incrementar el rendimiento productivo de estos animales de manera rentable.

Para ello se trabajó con la inclusión de harina de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) una planta que produce semillas con alto valor nutricional con más del 33% de proteína y un importante contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales (Hamaker *et al*, 1992) con la inclusión de 20% de harina en la dieta durante la etapa de ceba se busca incrementar el rendimiento de la canal y la calidad del mismo, además de sustituir a la soya como base en la formulación de las dietas ya que la producción de esta materia prima es escasa en el Ecuador y no alcanza a suplir las demanda existente por lo que la soya tiene que ser

importada de otros países a un mayor precio aumentando los costos para el productor teniendo en cuenta esto, es necesario innovar con materias primas no convencionales existentes en el Ecuador gracias a su gran diversidad así proveer proteínas de alta calidad a un bajo precio a los productores .

1.1. Planteamiento del problema de investigación.

En las producciones porcinas de zonas rurales que se dedican a la crianza de cerdos criollos no es rentable esta crianza debido a los largos periodos de producción en la etapa final y los bajos rendimientos productivos que se obtiene se ven reflejados en la calidad de la carne, a más de altos gastos que se producen en la alimentación con balanceado. Aprovechando la adaptación del cerdo criollo en cuanto a la alimentación, es necesario buscar alternativas alimenticias con la inclusión o sustitución parcial de materias primas locales como el Sacha inchi para mejorar los indicadores productivos y características de la canal de los cerdos criollos.

1.1.1. Justificación.

El cerdo criollo ecuatoriano posee un gran potencial productivo al tener similitudes genéticas con el cerdo ibérico conocido mundialmente por su jamón de calidad. Sin embargo, para lograr similitudes como este tipo producción, se deben cumplir ciertos parámetros productivos como: sanidad, alimentación e infraestructura que en las condiciones del pequeño productor ecuatoriano le es imposible de cumplir ya que necesitaría de mayor inversión y asesoramiento técnico. Por otra parte, en el Ecuador existen gran variedad de alimentos no tradicionales suministrados para la alimentación animal con un gran valor nutricional que a su vez no son aprovechados debidamente o se desconoce los beneficios de su utilización y optan por otro tipo de alimentos como subproductos industriales o desechos de cocina suministrando una alimentación deficiente y reduciendo el potencial productivo El sachá inchi es uno de los alimentos no convencionales con gran valor nutricional que aporta una importante cantidad de ácidos grasos, proteínas y aminoácidos que son aprovechados por los cerdos dándole así un valor agregado como alimento funcional.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Se podrá obtener eficiencia productiva y buenos rendimientos en la canal con la sustitución del Sacha inchi al 20% en la alimentación de los cerdos criollos en la finalización de la ceba?

1.2. Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Evaluar el comportamiento productivo y rendimiento de la canal caliente de cerdos criollos alimentados con Sacha inchi en cápsula.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar la composición proximal de proteína Bruta (PB), fibra bruta (FB); energía bruta (EB), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM) de la dieta formulada con la inclusión del 20% de harina del Sacha inchi con cápsula.

- Evaluar el efecto de la sustitución del 20% de la harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula sobre la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en cerdos criollos en la ceba final.

- Valorar el efecto de sustitución del 20% de harina del Sacha inchi en cápsula en la dieta sobre las características de la canal (rendimiento de canal caliente, porcentaje magro, espesor de grasa dorsal, pH y temperatura).

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Comportamiento productivo de los cerdos criollos (Ibéricos).

Trujillo, Santana, Diéguez y Pérez (1995), observaron una disminución del ritmo de crecimiento después de los 60 kg a causa de su mayor engrosamiento y el relativo menor consumo de alimento diario. Este pobre comportamiento es similar al obtenido en las pruebas en campo en los centros genéticos con una dieta de cereales, suministrada restringidamente (Santana, Trujillo y Diéguez, 1996). Al ser un animal omnívoro les permite una buena adaptación a regímenes alimentarios variados. Los cerdos criollos manifiestan un comportamiento reproductivo aceptable, tomando como referencia los indicadores de producción intensiva, precocidad sexual y alta viabilidad de los lechones al destete; sin embargo, su crecimiento es lento y su periodo de lactancia es largo.

2.1.1. Consumo de alimento.

En la etapa de levante, los cerdos requieren consumir entre 1,5 y 2 kg de alimento/día y un 15% de proteína el consumo de alimento puede estar influenciado por el nivel de energía en la dieta, las condiciones ambientales, peso del animal, estado productivo y genética.

El alimento representa más del 70% de los costos de producción, por tanto, el satisfacer los requerimientos nutricionales de los cerdos es de gran importancia, además de ser uno de los factores del que depende el rendimiento productivo (NRC, 1998).

2.1.2. Ganancia media diaria.

Los cerdos criollos tienen menores ganancias de peso y mayor engrosamiento que los cerdos de otras razas de aptitud cárnica, esta ganancia de peso está influenciada por factores como la conversión alimenticia, sexo del animal, la genética (Galián, 2007). La longitud de la canal es mayor en machos que en hembras, los machos presentaron una mayor ganancia media diaria de peso y las hembras presentaron una mejor conversión alimenticia. Según Semper (1990 citado por Escobar, 2007) la ganancia de peso día de las cerdas criollas durante el periodo de levante fue 0.3686 kg/día

2.1.3. Conversión alimenticia.

A los 195 días los cerdos alcanzaron los 50 kg de peso vivo llegando a la pubertad a los 225 días, para obtener un kg de carne el animal tiene que consumir 4,34 kg/MS (Semper, 1990 citado en Escobar, 20017), depende de la composición ya que tienen limitaciones para digerir ciertos insumos, principalmente los fibrosos y grasos de los alimentos.

La digestibilidad de estos insumos fibrosos, además de la capacidad digestiva de cada animal, depende del nivel, fuente y composición de fibras; así la hemicelulosa es más digestible que la celulosa y ésta última más que la lignina. Los cerdos criollos mostraron mayor capacidad de digerir fibras que líneas comerciales (Dung, 2002).

2.2. Producción y usos del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en el Ecuador.

Plukenetia volubilis, originario de la amazonia peruana, descubierta en 1753 por el naturalista Lineo, tiene varios nombres comunes como sacha yuchi, Sacha inchik, maní del monte, maní silvestre, maní del inca debido a que se encuentra distribuida desde América Central (Alayón y Echeverri, 2016), en Ecuador es conocido como Sacha inchi o ticasu.

Actualmente en Ecuador el cultivo de Sacha inchi ha ido en crecimiento con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) mediante la entrega a los productores de semillas, insumos y materiales, se les proporciona capacitación y asistencia técnica gratuita. Las provincias que cultivan esta semilla son Orellana, Napo, Pastaza, Morona, Manabí, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas los cuales asciende a 500 hectáreas aproximadamente, esto demuestra la versatilidad y adaptación del cultivo a los diferentes pisos climáticos del país (Paez, 2015).

De la semilla de Sacha inchi se extrae un aceite rico en antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados con elevado potencial agro tecnológico y aplicaciones en las industrias alimentarias humanas y animales, así como cosméticas (Bedor, Calderón, Saltos y Sánchez, 2017), en las comunidades se consume ancestralmente la semilla, por su olor característico similar al del maní.

2.2.1. Composición química y ácidos grasos esenciales (Omega 3, 6 y 9) del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula.

Los estudios realizados por la Universidad de Cornell demostraron que las semillas tienen alto contenido de proteínas (33%) y aceite (49%). Pero una investigación rigurosa hecha

posteriormente demostró la existencia de Omega y gran cantidad de antioxidantes en las semillas y presencia de vitaminas A y E (Tito y Bautista, 2009).

En cuanto a la humedad del Sacha inchi en cápsula, se reporta que es de 8,25%, esto puede variar según la temperatura del almacenamiento. En cuanto al contenido de proteínas se reporta valores entre 26,7 y 33,3%, teniendo un valor alto el Sacha inchi eco tipo apangura con un valor de 42,32%. Los minerales presentes en mayor porcentaje en esta semilla son Ca, K, Mg (Sánchez, 2008).

Sánchez (2008) reportó valores de 41,52% de Alfa linolénico (omega 3), 41,31% de Linoleico (omega 6) y 9,43% de Oleico (omega 9) en Sacha inchi con cápsula; con variaciones mínimas al compararlo con sachá inchi en semilla.

2.2.2. Factores antinutricionales del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*).

Los factores antinutricionales son un grupo de compuestos presentes en las plantas, que al ser ingeridas reducen el valor nutritivo de los alimentos, interfiriendo en la absorción y utilización de nutrientes; su consumo en niveles altos puede causar la muerte.

En el Sacha inchi se ha encontrado como factores anti nutricionales, los taninos que le dan el sabor astringente a la semilla que se encuentran presentes en su tegumento. Los taninos son compuestos de estructura polifenólica muy variable, son solubles en agua, aunque algunos tienen estructuras complicadas de alto peso molecular que son capaces de atrapar proteínas y formar complejos insolubles.

Los animales tienden a disminuir el consumo voluntario, porque los taninos afectan la palatabilidad de la dieta; además de que causan un reflejo de llenado intestinal. Para inactivar enzimas y factores anti nutricionales debe ser sometido a un cocido o pelado químico con NaOH, o también los tratamientos como el tostado y cocción tiene acción sobre los taninos (Quintana, 2009).

2.2.3. Uso del Sacha inchi en la alimentación de cerdos.

La utilización del Sacha inchi en la nutrición animal, se ha ido dando de a poco, hay experiencias con aves y peces. En los cerdos existe poca información, pero la utilización de Sacha inchi en tortas o harinas es una fuente extra de obtención de proteína para suplementar en la dieta de los cerdos (Henaó y Barreto, 2016).

Un estudio de digestibilidad realizado por Asitimbay (2019) muestra la aceptación del alimento por parte del animal, el análisis proximal realizado al Sacha inchi en cápsula mostro un resultado de 16% de proteína bruta, según De Blas, Gasa, y Mateos (2013) el requerimiento de proteína en etapa final para cerdos ibéricos es de 16,5%, el resultado obtenido es aceptable para la alimentación de cerdos criollos en esa etapa.

Además, Asitimbay (2019) experimento con la inclusión del 10 y 20% de harina de Sacha inchi con cápsula en la alimentación de los cerdos en etapa final, el 10% de inclusión mostró mejores coeficientes de digestibilidad aparente en MS, FB y grasa, aunque la inclusión del 20% también mostró resultados favorables de digestibilidad de acuerdo a la categoría de los animales.

2.3. Requerimientos nutricionales del cerdo criollo ibérico en la etapa de finalización de la ceba.

Los requerimientos nutricionales para los cerdos son agua, fuentes de energía como carbohidratos grasos, parte de fibra, también aminoácidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales (Espinoza, 2008), la cantidad de estos nutrientes dependerá del estado fisiológico de los animales, sexo y propósito productivo. Así, en cerdos destinados para ceba o engorde las cantidades de aminoácidos, minerales son más bajas que en la etapa de crecimiento, donde las necesidades proteicas son mayores.

2.3.1. Proteína.

Para cerdos en engorde de los 20 a 50 kg de peso vivo, se recomienda dietas con 14% de proteína, con 0,33% de arginina, 0,26% de histidina, 0,45% de isoleucina, 0,83% de leucina, 0,83% de lisina, 0,22% de metionina, 0,47% de 28 metionina más cistina, 0,49% de fenilalanina, 0,52% de treonina, 0,15% de triptófano y 0,56% de valina (NRC, 1998) citado por Inga (2008).

2.3.2. Energía.

La NRC (1998) citado por Inga (2008) comentan que, para cerdos en ceba, de los 20 a 50 kg de peso vivo, recomienda dietas con 3400 kcal de energía digestible o 3265 kcal de energía metabolizable por kilogramo de alimento, al fin de lograr una ingesta diaria de aproximadamente 6305 kcal de ED.

2.3.3. Fibra.

Son aquellos carbohidratos resistentes a la digestión de los enzimas endógenos, está constituida de acuerdo a la pared celular de las diferentes materias primas y se clasifican en fibra bruta (FB), fibra detergente neutra (FDN), y fibra detergente acida (FDA).

El contenido de fibra en una ración alimenticia no debe pasar del 6%, ya que los cerdos tienen limitada la capacidad de ingerir o asimilar alimentos con alto contenido de fibra (Silva, 2016).

2.4. Características del rendimiento de la canal en cerdos alimentados con dietas no convencionales.

Las dietas alternativas de subproductos de cosecha y materias primas locales como el Sacha inchi, tanto en cápsula como en semillas, se pueden utilizar en la formulación de dietas para cerdos con el objetivo de reducir los costos, sin embargo, su uso está sujeto a los parámetros de rendimiento productivo y de la canal, así como el bienestar animal y la sanidad de los animales.

2.4.1. Rendimiento de la canal caliente. Factores que influyen en el rendimiento de la canal del porcino.

El rendimiento de la canal se refiere al peso final del animal sacrificado, sangrado y eviscerado. En el trabajo de Aranzazu (2015) menciona que conforme aumenta el peso vivo, la canal crece más rápidamente que el aparato digestivo y los cerdos sintetizan más grasa, por lo que el rendimiento de la canal aumenta con el peso al sacrificio. En cerdos ibéricos el aumento del peso vivo también incrementa la producción de grasa y el rendimiento a la canal; se encontraron rendimiento a la canal del 71 y 77,9% en cerdos de la estirpe Valdesequera sacrificados con 60 y 90 kg de peso vivo (Menaya, Benito, Ferrera y García, 1998) citado por Aranzazu (2015).

Los factores que determinan el rendimiento de la canal viene de la mano del ciclo reproductivo y la genética; ya que los cerdos criollos son criados generalmente de forma extensiva, dentro del ciclo reproductivo interviene la edad y peso de sacrificio, la alimentación y el ejercicio que realizan los cerdos. En el factor genético interviene las razas y los cruces con otras razas porcinas realizados y la estirpe (Ruiz, Muriel y Antequera, 2015).

2.4.2. Porcentaje de grasa abdominal.

Durante el crecimiento y desarrollo del animal, las proteínas y energía pasan a suplir sus requerimientos nutricionales. Una vez satisfecho sus requerimientos el resto de proteína y energía pasan a formar tejidos como grasa y músculo. En porcinos dentro del tejido graso, la cantidad de grasa subcutánea representa un 62 – 70% de la grasa de una canal (Santana, 2008). El porcentaje de grasa abdominal representa el 8% de la grasa total y el 2,5% del peso de la canal (Sánchez, 2019).

2.4.3. pH en caliente.

El pH es un coeficiente que indica el grado de acidez, neutralidad o alcalinidad de una sustancia; en una escala de 1 al 14, donde 1 es el valor más ácido, 7 la neutralidad y 14 la alcalinidad.

Una vez realizado el sacrificio del cerdo, ocurre la transformación del músculo en carne, donde empieza la acidificación muscular (Chifla, 2017), el pH puede descender hasta 5,5 – 5,7, ya que los animales vivos presentan un pH cercano a la neutralidad (7 – 7,5), cuando los valores de pH no bajan de 6,2 o descienden muy rápidamente, pueden presentar problemas en la calidad de la carne y en productos elaborados (Ruiz, Muriel y Antequera, 2015).

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El estudio se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación (CIPCA), en el programa de porcinos, el cual está ubicado en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo (Ecuador). El ambiente es tropical con temperaturas que varían entre los 15 y 25 °C, precipitación pluvial anual de 4000 mm, humedad relativa del 80%, con topografía caracterizada por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión. La altitud varía entre los 580 y 990 msnm. Los suelos presentan una composición muy heterogénea, la mayoría se origina en sedimentos fluviales procedentes de la región andina del país (UEA, 2019).



Figura 1. Localización de programa porcino en el CIPCA

Fuente: UEA, 2019

3.2. Tipo de Investigación.

La investigación fue de tipo experimental, por lo que se evaluó el efecto de una dieta con la sustitución del 20% de Sacha inchi en cápsula en la ración conjuntamente con el balanceado, en etapa de finalización de la ceba de los cerdos criollos en sistema estabulado, para medir el comportamiento de los indicadores productivos, y el rendimiento de la canal al finalizar la crianza.

3.3. Métodos de Investigación.

3.3.1. Determinación de la composición proximal de la dieta con la sustitución del 20% de la harina del Sacha inchi en cápsula.

Las muestras se analizaron en el laboratorio de química del INIAP de Santa Catalina, Quito. Se tomó una muestra al azar de 1 kg de la dieta formulada y del balanceado fase 6, para analizar la composición química; materia seca (MS), proteína bruta (PB), energía bruta (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), fibra bruta (FB), cenizas y extractos libres de nitrógeno (ELN) según los procedimientos descritos por la AOAC (2005), se estimó que el contenido de materia orgánica (MO) es la diferencia de sustraer de 100 el % de cenizas.

3.3.2. Manejo de los animales y de la alimentación.

Se utilizaron 12 cerdos criollos hembras y machos castrados en la etapa de ceba con un peso vivo promedio de 64 ± 2 kg previamente identificados. Los animales se ubicaron en cubiles individuales estabulados, con un consumo de 2,0 kg de alimento que se fue incrementando según el peso metabólico de los animales. Los animales fueron desparasitados y vacunados contra cólera porcino.

Se sustituyó el 20% del balanceado con harina de Sacha inchi en cápsula. Primeramente, se presecó la semilla en cápsula tres días al sol, posteriormente se procedió a calentar en un secador de tambor a una temperatura de 62°C durante una hora, para atenuar los elementos anti nutricionales (taninos), se enfrió y luego se molió en un molino de martillo (VENCEDORA Modelo B-611) en partículas de 2 mm. Se procedió a mezclar la harina obtenida conjuntamente con el balanceado fase 6 de la marca de BIOALIMENTAR para la etapa de finalización de la ceba. El alimento se ofertó dos veces al día, en la mañana, a las 08:00 am y en la tarde, a las 15:00 pm, con agua de bebida disponible a voluntad. Los animales tuvieron una primera fase de adaptación a la dieta de cinco días de duración, donde se ajustó el consumo de alimento de acuerdo al peso vivo y al rechazo del alimento.

Evaluación de los parámetros del comportamiento productivo de los cerdos criollos.

Ganancia Total de Peso: Para ello los cerdos se pesaron individualmente al inicio y cada 7 días, así como al finalizar el experimento. Se determinó por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{GTP=PF-P} \quad [1]$$

Donde:

PF: Peso final

PI: Peso inicial

Ganancia Diaria de Peso: Se calculó considerando el peso total ganado y el número de días que duró el experimento.

$$\mathbf{GTP= \frac{Peso\ final-Peso\ inicial}{Días\ del\ experimento}} \quad [2]$$

Conversión alimenticia: Se estimó en base al alimento consumido por día sobre la ganancia de peso por día. El resultado obtenido, es la cantidad de alimento necesario, para convertir un kilogramo de ganancia de peso en pie.

$$\mathbf{CA= \frac{Consumo\ promedio\ de\ alimento\ (Kg/día)}{Incremento\ promedio\ de\ peso\ (Kg/día)}} \quad [3]$$

Consumo de alimento: Se registró diariamente por cada animal el peso del alimento suministrado y el rechazo, para determinar el consumo real. Se calculó pesando la cantidad de alimentos balanceado ofertado, restando el rechazo cada día en los 30 días de duración del experimento. Representado por:

$$\mathbf{CA=AS(Kg)-RA(Kg)} \quad [4]$$

Dónde:

CA= Consumo de alimento

AS= Alimento suministrado

RA= Residuo de alimento

3.3.3. Valoración de las características del rendimiento de la canal en caliente.

Para la valoración de la canal, se sacrificaron tres cerdos, los cuales se tomaron al azar. Se analizaron las siguientes variables:

Peso de la canal caliente: Se obtuvo de los animales sacrificado, desangrado, eviscerado; sin grasa, cabeza y sin la porción terminal de los cuatro miembros.

Rendimiento en canal: Se realizó al momento del sacrificio de los cerdos. Se calculó según la fórmula descrita por Pinheiro, 1973; Vieites y Basso, 1986, (citados por Carballo, 1996). Que se representa bajo la siguiente ecuación.

$$RC = \frac{PC(Kg)}{PvMS(Kg)} * 100 \quad [5]$$

Donde:

RC = Rendimiento de la canal

PC = Peso de la canal

PVMS = Peso vivo al momento del sacrificio

Longitud de la canal: Se midió con una cinta métrica desde la articulación de la primera costilla con el esternón hasta la sínfisis esquió-pubiana.

Espesor de la grasa dorsal: Generalmente, la región anterior (primeras costillas) es la que presenta mayor cantidad de grasa en relación a músculo, al ser una zona de limitada movilidad del animal, que se extiende desde la primera vértebra torácica hasta las vértebras lumbares. Está medida se tomó en los puntos P1, P2 y P3 a 6,3 cm desde la columna vertebral a la parte ventral como se muestra en la **Figura 2**.

Punto P1: A nivel de la tercera costilla.

Punto P2: A nivel de la décima costilla contando desde la zona craneal a la zona caudal. Punto

P3: En la última vértebra lumbar.

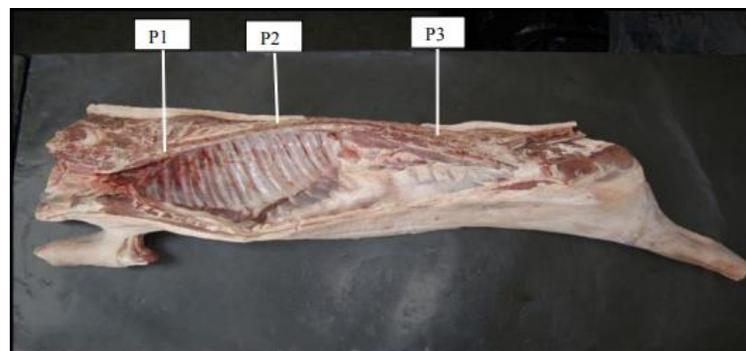


Figura 2. Representación de los puntos P1, P2 y P3.

Fuente: Santana (2008)

Además, se tomó en la línea media dorsal a la altura de la vértebra P₂, punto ideal para mediciones de la condición magra por el método visual con un pie de rey, que puede medir los milímetros de un tejido y determinar el espesor de grasa dorsal y músculo sobre la línea media de la canal entre las costillas 10 y 11 a 6,3 cm desde la columna vertebral a la parte ventral.

Porcentaje magro: para estimar se utilizó la fórmula europea de estandarización (Londoño, Velázquez y Vélez, 2013).

$$\text{Porcentaje magro} = 58,6 - 0,83 * \text{GD} + 0,18 * \text{PM} \quad [6]$$

Donde:

GD: Grosor de grasa dorsal en milímetros

PM: Profundidad o bien, grosor de músculo en milímetros

Determinación del pH

Tras el sacrificio de los cerdos se procedió a determinar el pH mediante un peachímetro de penetración. La medición se realizó mediante la introducción de 2 cm del electrodo en el músculo de la pierna.

3.4. Diseño de la Investigación.

Se utilizó un diseño pre experimental para obtener datos de comportamiento de indicadores productivos del total de la población y para determinar la incidencia de la alimentación con Sacha inchi al 20% en el rendimiento a la canal se escogió al azar 3 animales.

3.4.2. Variables bajo estudio

Comportamiento productivo:

- Ganancia Total de peso (GTP), Kg
- Ganancia diaria de peso (GDP), kg
- Consumo de alimentos, Kg
- Conversión alimenticia (CA), Kg alimento/Kg ganancia de peso.

Rendimiento de la canal:

- Peso de la canal en caliente, %.
- Longitud de la canal, cm
- Espesor de la grasa dorsal, mm
- Porcentaje de carne magra, %

3.5. Análisis estadístico.

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22,1 bajo ambiente Windows. Se realizó una estadística descriptiva en los datos de composición química, indicadores productivos y características de la canal determinando la media y la desviación estándar con valores máximos y mínimos.

- Promedio (X)
- Error estándar (ES)
- Valores máximos y mínimos

3.6. Materiales.

- Cinta biométrica para cerdos.
- Cuaderno
- Esfero
- Marcadores
- Fundas para balanceado y materia prima (Sacha inchi)

3.5.1. Equipos.

- Balanza reloj (Control System Max 200 Kg)
- Balanza gramera (CAMRY)
- Molino de martillo (VENCEDORA Modelo B-611)
- Mezcladora de balanceado y materias primas (Modelo Vertical 5QQ)
- Computadora (Hp)
- Cámara fotográfica (CANNOM)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS ESPERADOS.

En la Tabla 1, se muestra la composición proximal de la dieta formulada con la sustitución del 20% de harina del Sacha inchi con cápsula. Para lo cual se observa que la dieta presento: en proteína bruta 16,32%, valores similares al obtenido por Asitimbay (2019) de 16% de proteína en semillas con cápsula. Por otra parte, los valores difieren de los obtenido por Gutiérrez, Rosada, y Jiménez, (2011) quienes reportan 24,7% de proteína en semillas. Los valores proteicos obtenidos de la dieta pueden ser óptimos para la alimentación de cerdos criollos en la etapa final de engorde, ya que, De Blas, Gasa y Mateos (2013) recomiendan requerimientos de proteína ente 15,6 a 16,5% para cerdos ibéricos cruzados.

Tabla 1. Composición química de la dieta formulada con la sustitución del 20% de harina del Sacha inchi con cápsula.

Nutrientes	Dieta con 20% de harina del Sacha inchi con cápsula.	Balanceado BIOALIMENTAR
Proteína Bruta,%	16,32	13,98
Fibra Bruta,%	14,95	12,48
Grasa,%	10,10	5,97
ELN,%	52,91	59,77
EB, Mcal/Kg MS-1	4,77	4,42
ED, Mcal/Kg MS-1	3,71	2,70
EM, Mcal/Kg MS-1	3,04	2,21

En cuanto a los resultados de la fibra bruta se obtuvo un 14,95%, un valor superior a las recomendaciones nutricionales realizadas por De Blas, Gasa y Mateos (2013) que al respecto refieren que la fibra actúa como diluyente de nutrientes y aumenta la velocidad de pasaje por el tracto digestivo, reduciendo el tiempo de absorción de los nutrientes a nivel intestinal, quienes sustentado en lo anterior recomiendan del 3,5 a 5,5% de fibra en la dieta para cerdos ibéricos cruzados.

La grasa en la dieta aumentó un 4,13% con respecto al balanceado, el alto porcentaje de este nutriente esta relacionado a la sustitución del 20% de harina de Sacha inchi en el balanceado,

ya que esta semilla es rica en ácidos grasos poliinsaturados, la inclusión de grasa ayuda a la palatabilidad del alimento e incrementa el valor energético de los alimentos. Buxade, (1996) citado por Espinoza, (2008) recomienda un 2% de grasa, mientras Palomo (2013) menciona que la inclusión de grasa puede ser de 2,5 y 5%, cabe mencionar que los datos antes citados rigen sobre grasas saturadas, a diferencia del presente estudio que se refiere a grasas poliinsaturadas cuyo aporte es superior y beneficioso para salud animal y humana.

Los aportes de energía en la dieta ofertada a los cerdos criollos fue de EB 4,77 Mcal/Kg, ED 3,71 Mcal/Kg, EM 3,04 Mcal/Kg similares a los resultados referidos por Campabal (2009) para cerdos en etapa de engorde de la ED y EM oscilaron entre 3,30 y 3,35 Mcal/Kg, respectivamente.

Los indicadores estudiados del comportamiento productivo en cerdos criollos en la ceba final con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula, se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores del comportamiento productivo en cerdos criollos en la ceba final con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula.

Indicadores productivos	Media	± EE	Mínimo	Máximo
Consumo diario de la ración, Kg	1,34	0,02	1,17	1,43
Ganancia diaria de peso, Kg	0,36	0,03	0,17	0,53
Conversión alimenticia	3,66	0,06	3,2	3,91
Peso vivo inicial, Kg	64,33	3,12	50	85
Peso vivo final, Kg	75,08	2,75	63	90

El consumo de alimento de los cerdos fue de 1,34 kg, cantidad inferior a la recomendada para animales en etapa de ceba final, sin embargo, se observó mejor consumo con respecto a Mori (2012) en cerdos en crecimiento y acabado con la sustitución de la torta de soya por harina de Sacha inchi en Perú.

Este resultado sobre la cantidad de alimento consumido por los cerdos criollos, pudo estar relacionado con el incremento de la fibra de 14,5% por la inclusión de la capsula aumentando el porcentaje de fibras y carbohidratos en la dieta lo que causa sensación de saciedad en los cerdos, evitando que sientan hambre, reduciendo el consumo de alimento, afectando las etapas

del ciclo de productivo especialmente cuando los requerimientos nutricionales y energéticos son altos como en el crecimiento, gestación y ceba.

La ganancia diaria de peso en los animales estudiados fue una media de 0,36 kg, siendo un resultado inferior al obtenido en el trabajo de Guachamin (2016) de 1,22 Kg/día con una alimentación de 60% balanceado + 40% plátano verde. Según Paredes, Vallejo y Mantilla (2017) obtuvieron un resultado similar con un valor de 0,395 y 0,470 Kg de ganancia diaria en machos y hembras respectivamente alimentados con desechos de restaurante y residuos de camal de aves.

La conversión alimenticia de los cerdos criollos para convertir un kilogramo de ganancia de peso vivo fue de 3,66, en este sentido hay que aclarar que estos cerdos tuvieron una alimentación en la fase de crecimiento solamente basada en pasto de mala calidad (Mayorga, 2019) lo cual pudo influir en el aprovechamiento de los alimentos para compensar el déficit nutricional, así como el estrés de pasar a un sistema estabulado. Estos resultados son similares a los descritos por Guachamin (2016) en cerdos en la fase de engorde comparando cuatro dietas con T1: 100% balanceado comercial; T2: 60% Balanceado + 40% plátano verde; T3: 60% Balanceado + 40% zanahoria blanca; T4: 60% Balanceado + 40% camote, observando valores de 2,42; 3,72; 4,50; 4,52 respectivamente, con un promedio de conversión para esta fase de 3,79.

El promedio de peso vivo inicial fue de 64,33 kg y la media de peso vivo final fue de 75,08 kg, obteniendo un incremento promedio de 10,75 kg durante los 35 días de experimento, valores aceptables tomando en cuanto la raza y la categoría. Abeledo, Santana, Pérez y Brache (2004) obtuvieron pesos finales de 110,3 kg en 118 días con el uso de palmiche como única fuente energética, dado que la media de pesos iniciales fueron de 67,9 kg se concluye que los animales obtuvieron una media de incremento de peso de 10 kg por mes.

En la Tabla 3 se presentan el rendimiento de la canal en cerdos criollos en la ceba final con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula. El peso vivo promedio ante mortem de los animales fue de 67,83 kg con un peso a la canal de 43,03 kg, obteniendo un promedio de 69,41% en rendimiento a la canal, este resultado es inferior al obtenido por Santos, Trejo y Osorto (2011) de 77,0 y 79,8% en cerdos criollos pelones con un peso de 24 hasta 45 kg de peso vivo y un peso de la canal de 36,6 kg como máximo.

Tabla 3. Rendimiento de la canal de cerdos criollos en la ceba final con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula.

Indicadores	Media	±EE	Valores	
			Mínimo	Máximo
Peso vivo, Kg	67,83	3,47	62	74
Peso a la canal, Kg	43,03	3,50	37,5	49,5
Rendimiento a la canal, %	69,41	5,64	60,48	79,84
Porcentaje magro, %	50,50	1,81	47,04	53,17
Espesor de la grasa dorsal, mm	18,66	1,79	16,3	22,17
Longitud de la canal, cm	67	6,43	55	77
Ancho de la canal, cm	41	2,08	38	45

Por otro lado, en el trabajo realizado por Borja (2017) muestran valores similares con rendimientos a la canal de 77,7% con un peso a la canal de 48,38 kg con un peso vivo antes del sacrificio de 62, 27 kg.

El porcentaje magro de las canales se predice mejor por el espesor de la grasa dorsal, Daumas (2001) sostiene que la clasificación de la carne magra en los cerdos va desde: $\geq 60\%$ Muy magro; 55-59% Magro; 50-54% Poco magro; 45-49% Poco graso; 40-44% Graso; < 40 Muy graso.

Al comparar los resultados de la investigación en cuanto a porcentaje magro se obtuvo una media de 50,50% considerada como carne poco magra, un espesor de la grasa dorsal de 18,66 mm. En un estudio realizado por Linares et al (2011) en cerdos criollos en Latinoamérica y el Caribe muestra que el cerdo criollo tiene una media de 35,2 mm de grasa dorsal y un porcentaje magro de 32,8%, valores inferiores a los obtenidos en este estudio, al igual que otros investigadores como Santa y Ballena (1986) el cerdo criollo mórrope de Perú en sistema tradicional tiene 19 mm de grasa dorsal y un porcentaje magro de 41,00 % consideradas carnes poco magras. Por otro lado, Abeledo, Santana, Pérez y Brache (2004) obtuvieron en la línea comercial CC21-Cuba con dieta de palmiche tenía un espesor de grasa dorsal de 16,8 mm con porcentaje magro de 53,90% con similitud en los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Con respecto a la longitud de la canal se obtuvo 67 cm, estos resultados se aproximan a lo establecido por Garzón (2016) con una media de 68,63 cm en animales alimentados con diferentes niveles de torta de palmiste, que son menores a los reportados por Tusa (2007) en la

longitud de la canal del Chato Murciano con un promedio de 85,48 cm. También se obtuvo un ancho de la canal una media de 41 cm con valores máximos de 45 cm, datos superiores a los obtenidos por Ramos (2008) en cerdos criollos de 27 y 38 cm como máximo y mínimo, respectivamente.

Una característica indicativa para determinar la calidad de la carne es la temperatura corporal post mortem, en la Gráfico 1, se muestran los resultados del comportamiento de la temperatura en los diferentes cortes de carne de los cerdos criollos alimentados con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula.

Si las temperaturas son elevadas (42-43°C) en el lapso de 45 minutos a 1 hora, puede ser indicativo de carnes de baja calidad (PSE) o por el contrario temperaturas bajas producto de una glucólisis lenta causando (DFD) carnes duras, oscuras y secas (Swatland, 2003).

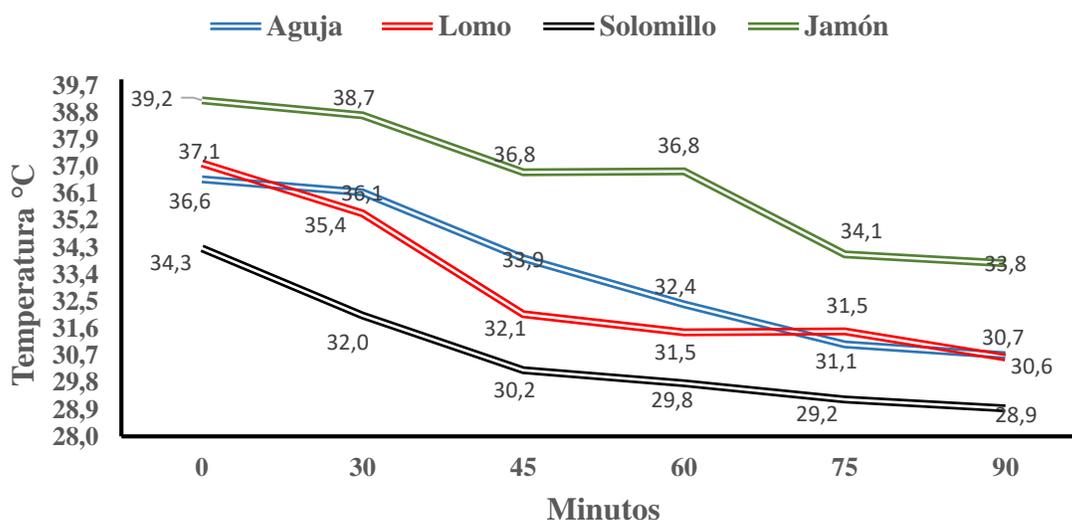


Gráfico 1. Comportamiento de la temperatura en los diferentes cortes de carne de los cerdos criollos alimentados con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula.

Los resultados obtenidos respecto a la temperatura de los diferentes cortes de carne fueron: aguja de 36.6; 36.1; 33.9; 32.4; 31.1 y 30.7 °C; el lomo de 37.1; 35.4; 32.1; 31.5; 31.5 y 30.6 °C; el solomillo de 34.3; 32.0; 30.2; 29.8; 29.2 y 28.8 °C y el jamón con temperaturas de 39.2; 38.7;

36,8; 36,8; 34,1 y 33,8 °C a los 0, 30, 45, 60, 75 y 90 minutos, respectivamente. La temperatura de los cortes está más influenciada con el tiempo de reposo que con la dieta suministrada; autores como Nuñez, Martínez y García (2016); Gade (2008) y Dokmanović *et al.* (2014) midieron la temperatura en el músculo semimembranosus (jamón) y obtuvieron resultados a los 45 minutos de 39,5; 39,9 y 38,71 °C, respectivamente, valores superiores a los obtenidos en este trabajo de 36,8°C. Por otro lado, Timaure, Arenas, Sulbarán, Uscátegui (2013) en medidas tomadas en el musculo *longissimus dorsi* (lomo) a los 45 minutos se obtuvieron resultados desde un rango de 24 a 38,5 y 32,1°C como media, valor similar al conseguido en el presente trabajo. Pero en general el rango de temperaturas de los cortes está dentro de lo considerado normal.

Otro parámetro de referencia para evaluar las desviaciones de la calidad de la carne es el pH post mortem, ya que los músculos se acidifican y es uno de los cambios importantes que ocurre en el proceso de conversión a carne. El comportamiento del pH en los diferentes cortes de carne de los cerdos criollos alimentados con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula, se muestran en el Gráfico 2.

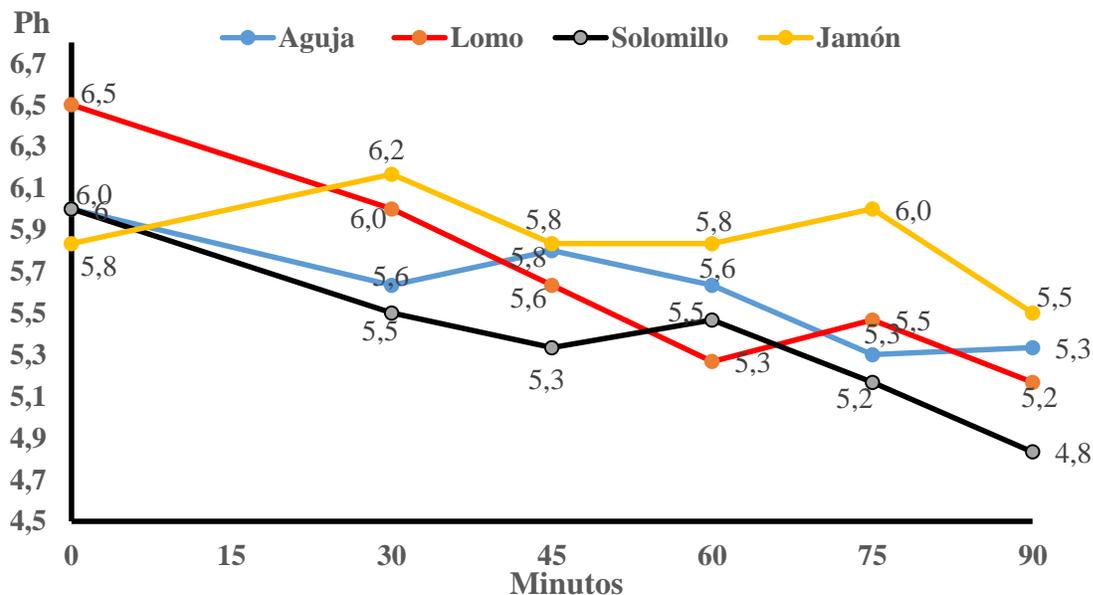


Gráfico 2. Comportamiento del pH en los diferentes cortes de carne de los cerdos criollos alimentados con la sustitución del 20% de balanceado por harina del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula.

El comportamiento del pH en los diferentes cortes de carne fue: en la aguja de 6.0; 5.6; 5.8; 5.6; 5.3 y 5.3; el lomo de 6.5; 6.0; 5.6; 5.3; 5.5 y 5.2; solomillo de 6.0; 5.5; 5.3; 5.5; 5.2 y 4.8; el jamón de 5.8; 6.2; 5.8; 5.8; 6.0 y 5.5 a los 0, 30, 45, 60, 75 y 90 minutos, respectivamente.

Al respecto Echeverría, Davicino, Liboá, Trolliet, Chiostrri, Giacomelli y Parsi (2014) mencionan que el grado de caída del pH post mortem tiene efectos en el color y la capacidad de retención de agua, en el músculo normal el pH decrece de 7,2 a 5,5 - 5,8; por el contrario, el descenso rápido del pH a 5,1 - 5,2 a las 24 horas afecta los buenos rendimientos de cocción y genera productos finales con colores y sabores alterados.

Según Añazco (2015), el sexo, edad y peso al sacrificio de los animales son parámetros que no tienen efecto sobre el pH final de la carne; mientras que parámetros como la raza, el sistema de aturdimiento y el tiempo de maduración de la carne influyen en los valores finales de pH.

La variación en el pH después del sacrificio del animal, puede dar como resultado su clasificación en carnes: PSE (pálida, suave y exudativa) pH <5,8, DFD (oscura, dura y seca) pH >6,2 y RFN (roja, firme, no exudativa) pH 5,3 - 5,8 siendo esta última en la cual se encuentran los parámetros óptimos de la carne con buena calidad (HANNA ARG, 2019).

El pH final (90 min) de los cortes de carne se encontraban en un rango de 4,8 a 5,5 que en la categoría de calidad de carnes se encuentran dentro de carnes PSE (Pálidas, suaves y exudativas) esto se debió al sistema de aturdimiento, no hubo tiempo de reposo y el estrés causado al animal antes del sacrificio.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

1. La dieta con la sustitución del 20 % del balanceado con harina de Sacha inchi con la cápsula mostró aportes importantes de proteína bruta (16,32%), acorde con los requerimientos para cerdos criollos en la etapa de ceba final, por otro lado, existió altos niveles de grasa y fibra que pudieran estar estrechamente relacionadas con la presencia de la cápsula y las grasas poliinsaturadas que posee el sachá inchi.
2. La respuesta del comportamiento productivo parece asociarse, en buena medida, a los aportes de la sustitución de harina de Sacha inchi con cápsula al 20%, aunque el consumo diario es inferior a lo recomendado, se manifestó un mejor comportamiento de la ganancia diaria en peso de 366 g/día e incrementos promedios de 10 kg en los 35 días, adecuada para la raza y categoría.
3. Con el efecto de la sustitución de 20% de sachá inchi en cápsula, las características de la canal en cuanto a rendimiento, longitud y ancho se encuentran en el rango aceptable para cerdos criollos; mientras la calidad cárnica fue poco magra.
4. La calidad de la carne medida por la temperatura fue normal y en cuanto al pH las carnes fueron pálidas, suaves y exudativas (PSE).

5.2. Recomendaciones.

1. La utilización de harina de Sacha inchi con cápsula podría constituir una fuente proteica como alternativa de materia prima para la alimentación de cerdos criollos en la etapa de ceba en los sistemas de crianzas para pequeños productores.
2. Probar una mezcla de harina de Sacha inchi con cápsula y sin cápsula para disminuir el contenido de fibra y otros ingredientes para mejorar la palatabilidad del alimento y así favorecer el consumo y digestibilidad de nutrientes.
3. Realizar investigaciones de ácidos grasos poliinsaturado a las carnes, para determinarsi estos se infiltran al músculo y grasa de los cerdos criollos.

CAPITULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Abeledo, C; Santana, I; Pérez, I y Brache, I. (2004). Rasgos de comportamiento y canal de cerdos criollo y CC21 alimentados con palmilche como unica fuente de energia. Revista Computarizada de Producción Porcina, 11(2): 96-104.
- Alayón, A. y Echeverri, I. (2016). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* linneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. Revista Chilena de Nutrición, 43(2): 167-171.
- Añazco, M. (2015). Efecto del selenio orgánico sobre las propiedades tecnológicas y la estabilidad oxidativa de la carne de cerdo en congelación. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 235p.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC international 18th Association of Official Chemists, Washington, DC.USA.
- Aranzazu, M. (2015). Efecto del sistema de alimentación sobre los resultados técnicos, calidad de la canal, de la carne y de la grasa de cerdos ibéricos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 239p.
- Asitimbay, D. (2019). Digestibilidad aparente de nutrientes del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en cerdos criollos de ceba. Proyecto de investigación. Universidad Estatal Amazónica, Puyo. 45p.
- Bedor, J., Calderón, G., Saltos, A. y Sánchez, S. (2017). Análisis de las exportaciones de Sacha inchi al mercado sueco y los beneficios económicos para el Ecuador. Ponencia presentada en 2do Congreso Internacional en Administración de Negocios Internacionales: Los negocios internacionales frente a los nuevos escenarios geoestratégicos, Bucaramanga, Colombia. Septiembre.
- Borja, C. (2017). Evaluación de la condición corporal y el rendimiento de la canal de los porcinos faenados en el camal municipal de la ciudad de Riobamba. Tesis de grado. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 115p.

- Buxade, C. (1996). Zootecnia. Bases para la producción animal. Porcinocultura. Tomo IV. España, Mundi Prensa.
- Campabal, C. (2009). Guía técnica para alimentación de cerdos. Costa Rica: Asociación Americana de Soya-IM. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF> . Revisado el 14 de diciembre de 2019.
- Carballo, J; González, M; Varela, A. y De la Cruz, L. (1999). Efecto de dos niveles de IGF-I sobre los parámetros de calidad de la canal y de la carne en corderos de raza Gallega. ITEA 20(1): 146-148.
- Chifla, A. (2017). Efecto de la ractopamina sobre modificaciones del tejido magro en la etapa de finalización en cerdos criollos. Tesis de grado. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato, 75p.
- Daumas, G. (2001). Clasificación de las canales porcinas en Francia y Europa. 9no Seminario Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, Gramado, Francia, Abril.
- De Blas, C., Gasa, J. y Mateos, G. (2013). Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/Normas%20PORCINO_2013rev2.pdf
- Dokmanović, M., Velarde, A., Tomović, V., Glamočlija, N., Marković, R., Janjić, J y Baltić, M. (2014). The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. Meat Science, 98(2): 220-226.
- Dung, N. (2002). Tropical fibre source for pigs digestibility, digesta retention and estimation of fibre digestibility in Vitro. Journal Animal Feed Science and Tecnology, 102(1): 109-124.
- Echeverría, A.; Davicino, R.; Liboá, R.; Trolliet, J.; Chiostrri, E.; Giacomelli, N. y Parsi, J. (2008). Evaluación de parámetros de calidad de la carne de cerdo: pH y conductividades eléctricas. Disponible en <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Evaluacion%20Parametros%20Calidad%20Carn>

[e%20Cerdo%20pH%20y%20conductividades%20eetricas.pdf](#) . Recuperado el 17 de diciembre de 2019.

- Escobar, J. (2007). Caracterización y sistemas de producción de los cerdos criollos del cantón Chambo. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 119p.
- Espinoza, G. (2008). Alimentación intensiva de cerdos criollos con diferentes dietas a base de cebada de descarte cruda y tostada en la etapa de crecimiento - Provincia de Chupaca. Tesis de grado. Huancayo: Universidad Nacional del Centro de Perú, 67 p.
- Gade, B. (2008). Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of free range and conventionally raised pigs. *Animal*, 2(8): 1238-1246.
- Galián, M. (2007). Características de la canal y calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con Ibérico. Efecto del sistema de manejo. Tesis Doctoral. Murcia, España: Universidad de Murcia. 184 p.
- Garzón, T. (2016). Despiece y composición tisular de los cerdos criollos negros alimentados con diferentes niveles de torta de palmiste (*Elaeis Guinensis J.*) Proyecto de grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 71 p.
- Guachamin, G. (2016). Evaluación de tres complementos alimenticios en la crianza de cerdos (*Sus scrofa domestica*) en crecimiento y engorde, Nanegal – Pichincha. Trabajo de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador. 86 p.
- Gutiérrez, L., Rosada, L., y Jiménez, A. (2011). Composición química de las semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) y características de su fracción lipídica. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), 62(1), 76-83.
- Hamaker, B.; Valles, C.; Gilman, R.; Hardmeier, R.; Clark, D.; García, H.; Gonzales, A.; Kohlsted, I.; Castro, M.; Valdivia, R.; Rodriguez, M. y Lescano, M. (1992) . Aminoacid and Fatty Acid Profil of the Inca Peanut (*Plukenetia volubilis. L.*). American Association of Cereal Chemists, Inc 69(4): 461- 463.
- Hanna Instruments Arg. (2019) instrumento portátil de control del pH y temperatura en piezas de carne. Disponible en:

http://www.hannaarg.com/documentos/733_69_PHMETRO_CARNE_HANNA_9916_3_0711.pdf

- Henao, J. y Barreto, O. (2016). Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 7(1): 83-92.
- Inga, D. (2008). Alimentación intensiva de cerdos criollos con diferentes dietas a base de cebada de descarte cruda y tostada en la etapa de acabado - Provincia de Chupaca. Tesis de grado. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 77p
- INEC (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Informe ejecutivo. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
- Linares, V., Linares, L. y Mendoza, G. (2011). Caracterización etnozootécnica y potencial carnicero de *Sus scrofa* “cerdo criollo” en Latinoamérica. Scientia Agropecuaria, 2: 97-110.
- Londoño, J., Velázquez, C. y Vélez, E. (2013). “Clasificación y valoración de la calidad de canales porcinas en Colombia: Una propuesta hacia la competitividad”. Caldas, Antioquia. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. 78p.
- Mayorga, D. (2019). Comportamiento de los cerdos criollos (*Sus scrofa ssp*) en sistema de pastoreo en condiciones amazónicas. Proyecto de investigación. Universidad Estatal Amazónica, Puyo. 49p.
- Menaya, C., Benito, J., Ferrera, J. y García, J. (1998). Carcasses differences between Iberian pigs slaughtered at 60 and 90 kg for fresh consumption: the primor pig. International Symposium on basis of the Quality of Typical Mediterranean Animal Products: 479-482.

- Mori, E. (2012). Sustitución de la torta de soya por harina de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado. Tesis de maestría. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 84p.
- NRC, (1998). Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press. National Research Council. 33p
- Núñez, F.; Martínez, E. y García, J. (2016). Influencia del tiempo de reposo en la calidad de las canales de cerdo. Revista de Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua, 8(28): 2-11.
- Paez , S. (2015). Desarrollo del branding plan para el lanzamiento de productos con omega 3, en el Distrito Metropolitano de Quito. Caso: Sacha inchi. Tesis de grado. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 223p.
- Paredes, M.; Vallejo, L. y Mantilla, J. (2017). Efecto del tipo de alimentación sobre el comportamiento productivo, características de la canal y calidad de carne del cerdo criollo negro Cajamarquino. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 28(4): 894 – 903.
- Pinheiro, R (1973). Los Cerdos. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina, 180p.
- Quintana, R. (2009). Inhibición de factores antinutricionales (taninos), presente en la semilla y torta del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) mediante diferentes tratamientos térmicos. Tesis de grado. Tingo María - Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 74p.
- Ramos, D. (2008). Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes-Perú. Tesis doctoral. España: Universidad de León. 345p.
- Ruiz, J., Muriel, E. y Antequera, T. (2006). Capítulo 4: Calidad de la carne de cerdo ibérico. En J. Gomez y A. Robina, (1ª Ed), Las carnes de Extremadura: El cerdo ibérico (pp. 71-86). Extremadura: Servicio de Publicaciones de la Junta de Extremadura.
- Sánchez, M. (2019). Tema 50.-La canal porcina. - Sacrificio y faenado. - Operaciones de sacrificio. - Evolución de la composición corporal y características de las canales. - Clasificación de canales con normativa Unión Europea. Disponible en:

http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/29_10_31_Tema_50.pdf . Revisado el 01 de noviembre 2019.

- Sánchez, V. (2008). Influencia de la temperatura y empaque en la calidad del aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) en cápsulas y semillas, ecotipo apangura de la provincia de Lamas, durante almacenamiento. Tesis de grado. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín. 159p.
- Santa, M. y Ballena, M. (1986). Parámetros reproductivos y productivos en una piara de cerdos criollos en el área piloto de Mórrope. Tesis de grado. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 187p.
- Santana, I. (1999). Integración del cerdo criollo a los sistemas de explotación porcina. En: V Encuentro de Nutrición y Producción de Monogástricos. Universidad Central de Venezuela. Maracay, 98-108.
- Santana, I., Trujillo, G. y Diéguez, F.J. (1996). Características de la canal de cerdos Criollo, Yorkshire y L63. Revista Computadorizada de Producción Porcina. 3(1): 10-14.
- Santana, L. (2008). Medición del espesor de grasa dorsal y área del ojo de lomo en canales de jabalí (*Sus scrofa L.*): su relación con la cantidad de grasa y músculo. Tesis de grado. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 57p.
- Santos, R., Trejo, W. y Osorto, W. (2011). Rendimiento de la canal y desarrollo de los órganos torácicos y abdominales de los 25 a los 45 kg en cerdos criollos pelones. Revista Científica 21(5): 396 – 402.
- Semper, B. (1990). Evaluación de las características productivas y reproductivas de cerdas criollas – pillareña del crecimiento al empadre. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 46p.
- Silva, H. (2016). Efecto de la ingestión de residuos poscosecha de *Theobroma cacao L.* sobre el comportamiento productivo de cerdos en la dase de engorde. Tesis de grado. Cevallos: Universidad Tecnica de Ambato, 64p.
- Swatland, H. (2003). Evaluación de la carne en la cadena de producción. Ed. Acribia. Zaragoza. España. Pp. 354.

- Timaure, N., Arenas, L., Sulbarán, M. y Uscátegui, S. (2013). Influencia del tiempo de reposo en las características de calidad de la canal y la carne de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(1): 55-60.
- Tito, P. y Bautista, E. (2009). Estrategias de comercialización del Sacha inchi. *Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas UNMSM*, 12(23): 37- 49.
- Trujillo, G., Santana, I., Diéguez, F. y Pérez, I. (1995). Crecimiento del cerdo Criollo, Yorkshire y L63 alimentados con miel B y harina de soya. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 3(2): 3-10
- Tusa, K. (2007). Estudio de la calidad de la canal y de la carne del cerdo Chato Murciano explotado en sistema extensivo y alimentado con piensos balanceados y suplementado con frutos de la propia explotación (almendra, *Prunus amygdalina*). Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 92 p.
- UEA. (2019). Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica. Puyo-Pastaza. Disponible en: https://www.uea.edu.ec/?page_id=2376#1530745090964-3ec57990-2867
- Velázquez, F., Vargas, J., Andrade, V., Baldeón, D. y Sánchez, J. (2014). *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi-Ticasu) riqueza natural para la salud humana y valor agregado en las carnes del cerdo Criollo ecuatoriano en la Amazonia. *Revista Huellas del Sumaco*, 11(3),19-22.
- Vieites, C. y Basso, L. (1986). *Cerdos para carne*. 1ra Ed. Ed: Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 112p.

CAPITULO VII

7. ANEXOS

ANEXO 1.

PROCESO DE SECADO Y MOLIDO DE SACHA INCHI EN CAPSULA PARA LA SUSTITUCIÓN EN LA DIETA.



ANEXO 2.

CERDOS EN JAULAS Y SUMINISTRO DE ALIMENTO



ANEXO 3.

SACRIFICIO DE ANIMALES Y TOMA DE DATOS DE pH Y TEMPERATURA

