

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA**

**Estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla  
de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus  
fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde**

**AUTORA**

**Pita Vargas Melanie Solange**

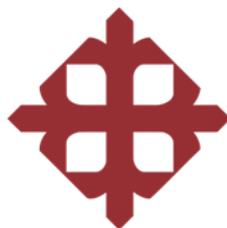
**Componente Práctico del Examen Complexivo previo a la obtención del  
título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**TUTOR**

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**Septiembre, 2020**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente Componente Práctico de Examen Complexivo fue realizado en su totalidad por **Pita Vargas Melanie Solange**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniera Agroindustrial**.

**TUTOR**

---

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M. Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy Ph. D.**

**Guayaquil, 17 de septiembre del año 2020**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Pita Vargas, Melanie Solange**

**DECLARO QUE:**

El presente Componente Práctico del Examen Complexivo, **Estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias bibliográficas. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo mediante Examen Complexivo

**Guayaquil, 17 de septiembre del año 2020**

**LA AUTORA**

---

**Pita Vargas, Melanie Solange**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Pita Vargas, Melanie Solange**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Componente Práctico del Examen Complexivo, **Estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 17 de septiembre del año 2020**

**LA AUTORA**

---

**Pita Vargas, Melanie Solange**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo del componente Práctico del Examen “**Estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para la etapa de engorde**”, presentado por la estudiante **Pita Vargas, Melanie Solange**, de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">Pita Vargas M Examen complejo UTE 2020.docx</a> (D78791687)
Presentado	2020-09-08 12:48 (-05:00)
Presentado por	melaniepitav@outlook.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com
	0% de estas 34 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

**Fuente:** URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2020

Certifican,

---

**Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.**  
Director Carreras Agropecuarias  
UCSG-FETD

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**  
Revisora – URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

A mis queridos padres quienes son un pilar fundamental en mi vida por todo el apoyo y amor incondicional para poder culminar una etapa más en mi vida, son mis motores para ser mejor cada día y llenarlos de orgullo en cada actividad, estudios, cursos y logros que realice para mi formación profesional.

Al Ing. Víctor Egbert Chero Alvarado, por su dedicación y paciencia durante el desarrollo y ejecución de mi trabajo de investigación.

A mis docentes quienes a lo largo de toda la carrera nos han impartido sus conocimientos y experiencias así mismo impulsándonos a realizar diferentes tipos de trabajos que me han permitido llegar a estas instancias de mi vida académica. En especial a la Ing. Bella con quién ha sido como una amiga quien siempre me escuchaba y aconsejaba, la quiero mucho.

A mis amigos del colegio Andreita, Ramos y Valentín quienes a pesar de los años siempre están ahí brindándome su apoyo y alegrías, a mis mochileros y todos los amigos que he hecho a lo largo de esta etapa universitaria y a quienes he conocido fuera de la Universidad, con todos he compartido momentos y experiencias que quedarán siempre en mi corazón gracias por tanto chicos los quiero mucho gracias por estar siempre presentes incluso en momentos difíciles.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por brindarme día a día su apoyo incondicional y la fortaleza necesaria para poder seguir cumpliendo mis sueños y metas.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M. Sc.**  
TUTOR

---

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M. Sc.**  
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CALIFICACIÓN**

**TUTOR**

---

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M. Sc.**

## ÍNDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
1.2 Planteamiento de problema.....	3
1.3 Hipótesis.....	4
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Antecedentes .....	5
2.2. La Porcicultura .....	6
2.1.1. La Porcicultura en el Ecuador.....	7
2.1.2. Alimentación del ganado porcino.....	8
2.1.3. Formulación de dieta nutricional.....	10
2.2. Clasificación de alimentos balanceados.....	11
2.2.1 Tipos de mezclas para alimentos balanceados.....	12
2.3. Producción de alimento balanceado.....	13
2.4. Alimentos balanceados comerciales .....	16
2.4.1. Balanceado para cerdos Wayne.....	17
2.4.2. Balanceado ProCerdos engorde.....	17
2.5. Alimentos balanceados de origen vegetal.....	18
2.5.1 Características de las materias primas.....	18
2.5.2. Harina de garbanzo.....	20
2.5.3. Harina de arroz.....	22
2.5.4. Harina de chocho.....	23
2.5.5. Harina de cáscara de cacao.....	26
2.6. Porcentajes nutricionales de las harinas versus alimentos balanceados comerciales.....	28
2.7. Otras conceptualizaciones .....	29
2.7.1. Las harinas.....	29

2.7.2. Nutrición y alimentación.....	29
2.7.3. Energía.....	30
2.7.4. Fuentes de proteína.....	30
2.7.5. Fibra.....	30
2.7.6. Fuentes de vitaminas y minerales.....	31
2.7.7. Agua.....	31
2.7.8. Aminoácidos.....	31
2.7.9. Costo beneficio.....	31
<b>3 MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>33</b>
3.1 Localización del proyecto.....	33
3.2. Condiciones climáticas de la zona.....	33
3.3. Materiales y equipos.....	33
3.3.1. Materiales.....	33
3.3.2. Equipos.....	34
3.4. Tipo de estudio y enfoque.....	35
3.5. Herramientas de investigación.....	36
3.6. Métodos.....	36
3.6.1. Análisis estadístico.....	36
3.6.2. Análisis de la varianza.....	37
3.6.3. Análisis funcional.....	37
3.7.1. Requerimientos físicos, químicos y microbiológicos.....	38
3.8. Variables.....	41
3.9.1 Incremento semanal de peso.....	42
3.9.2. Conversión alimenticia.....	42
3.9.3 Rendimiento a la canal.....	43
3.9.4. Porcentaje de mortalidad.....	43
3.7. Tratamientos de estudio.....	43
3.8 Análisis Costo – Beneficio.....	46
3.8.1 Requerimientos de mano de obra.....	48
3.8.2 Requerimientos de maquinarias y equipos.....	49
3.8.3 Requerimientos de servicios básicos (agua, luz).....	49

3.8.4 Relación beneficio/costo .....	50
<b>4 DISCUSIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>5 RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>54</b>
5.1. Académico.....	54
5.2. Técnico.....	54
5.3. Económico.....	54
5.4. Participación Ciudadana.....	54
5.5. Científico .....	54
5.6. Tecnológico .....	55
5.7. Social.....	55
5.8. Ambiental .....	55
5.9. Cultural .....	55
5.10. Contemporáneo.....	55
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
6.1 Conclusiones.....	56
6.2 Recomendaciones.....	56
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Total granjas vs total población porcina por región .....	8
<b>Tabla 2.</b> Programa de alimentación .....	9
<b>Tabla 3.</b> Consumo de alimento para cerdos en crecimiento y engorde .....	9
<b>Tabla 4.</b> Requerimientos nutricionales del cerdo .....	10
<b>Tabla 5.</b> Requerimientos físicos, químicos y microbiológicos .....	11
<b>Tabla 6.</b> Norma INEN alimento balanceado para cerdos .....	11
<b>Tabla 7.</b> Preparación de las dietas para cerdos .....	13
<b>Tabla 8.</b> Preparación de las dietas para cerdos .....	14
<b>Tabla 9.</b> Análisis Balanceado Wayne .....	17
<b>Tabla 10.</b> Análisis Balanceado ProCerdos .....	18
<b>Tabla 11.</b> Taxonomía del garbanzo .....	21
<b>Tabla 12.</b> Composición de la harina de garbanzo .....	21
<b>Tabla 13.</b> Taxonomía del arroz .....	22
<b>Tabla 14.</b> Composición de la harina de arroz .....	23
<b>Tabla 15.</b> Taxonomía del chocho .....	24
<b>Tabla 16.</b> Composición de la harina de chocho .....	24
<b>Tabla 17.</b> Taxonomía del cacao .....	26
<b>Tabla 18.</b> Composición de la cáscara de cacao .....	27
<b>Tabla 19.</b> Comparación nutricional de alimentos balanceados comerciales versus harinas de proteína vegetal .....	29
<b>Tabla 20.</b> Variables para analizar en una relación costo-beneficio .....	32
<b>Tabla 21.</b> Requerimientos de control de las harinas .....	38
<b>Tabla 22.</b> Requisitos microbiológicos .....	41
<b>Tabla 23.</b> Variables de investigación .....	42
<b>Tabla 24.</b> Análisis bromatológico .....	44
<b>Tabla 25.</b> Propuesta I de diseño de combinaciones .....	45
<b>Tabla 26.</b> Propuesta II de diseño de combinaciones .....	45
<b>Tabla 27.</b> Análisis comparativo de balanceado comerciales versus fórmulas propuestas .....	46

<b>Tabla 28.</b> Costos Materias primas .....	46
<b>Tabla 29.</b> Componentes de los costos totales de la harina .....	47
<b>Tabla 30.</b> Costos de obtención de alimento balanceado .....	47
<b>Tabla 31.</b> Consumo de agua potable por valor de metro cúbico .....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Proceso de un alimento balanceado .....	15
<b>Gráfico 2.</b> Proceso de harina de origen vegetal.....	25
<b>Gráfico 3.</b> Proceso de obtención de harina de cáscara de cacao .....	28
<b>Gráfico 4.</b> Ubicación referencial de la UCSG .....	33

## RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde, realizando un análisis de las propiedades físicas y microbiológicas al igual que los requerimientos de acuerdo con la norma técnica nacional vigente. El diseño experimental se llevará a cabo mediante la alimentación de 20 cerdos con las fórmulas propuestas y los alimentos comerciales, utilizando los indicadores; incremento de peso semanal, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y rendimiento a la canal para luego determinar los rendimientos y analizar la relación costo- beneficio. Con el fin de crear una alternativa para los residuos agroindustriales, que pueden aprovecharse adecuadamente para la alimentación de los animales siempre que las combinaciones sean las adecuadas y estén ajustadas a los requerimientos técnicos necesarios. Considerando que las proteínas de origen vegetal son una fuente accesible, nutritiva, de bajo costo y fácil digestión razón y por lo tanto lograr mejorar la rentabilidad de los productores.

**Palabras clave:** Alimento, cerdos, producción, proteínas, nutrientes.

## **ABSTRACT**

This project focuses on the comparative study of the balanced feed obtained with the mixture of chickpea, rice, lupine and cocoa shell flours versus commercial formulas for pigs in the fattening stage, performing an analysis of the physical and microbiological properties as well as the requirements in accordance with the current national technical standard. The experimental feeding design will be carried out by applying 20 pigs with the proposed formulas and commercial feeds, using the indicators; Weekly weight increase, feed conversion, percentage of mortality and yield to the carcass to later determine the yields and analyze the cost-benefit relationship. In order to create an alternative for agroindustry waste, which can be used adequately to feed animals provided that the combinations are appropriate and are adjusted to the necessary technical requirements. Considering that proteins of plant origin are an accessible, nutritious, low-cost and easily digestible source and therefore achieve improved profitability for producers.

**Key words:** Food, pigs, production, protein, nutrients.

## 1 INTRODUCCIÓN

En Ecuador, cientos de familias de las zonas rurales se han dedicado empíricamente por mucho tiempo al cuidado y crianza de animales en sus hogares para el consumo personal o el comercio de su carne y derivados. Con el paso del tiempo, esta actividad se ha tecnificado a tal punto de convertirse en una industria regulada por entidades de control que supervisan aspectos como la alimentación, nutrición, manejo, instalaciones y procesos de mejoramiento genético en los animales.

En este sentido, la porcicultura es una de las actividades de crianza de animales más eficientes; ya sea por el corto ciclo reproductivo del activo biológico o la gran cantidad de nutrientes que aporta el consumo de su carne en la alimentación de las personas. Durante los últimos cincuenta años se han seleccionado de manera intensiva diversas clases de cerdos para definir su potencial en la producción de carne, siendo un factor fundamental su alimentación, pues forma parte de los costos dentro de la cadena de producción (Noblet, Sève y Tran, 2004).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura por sus siglas FAO (2014) la nutrición adecuada en estos animales beneficia enormemente a la producción de su carne, siendo este uno de los desafíos más importantes que afronta el sector; pues en unidades de producción comercial este rubro representa entre un 60% y 70% del total de los costos. Por lo tanto, es imprescindible la optimización de los recursos disponibles para asegurar la calidad y rentabilidad de este tipo de unidades.

Dentro de los procesos de mejora de la industria porcina, se han establecido dietas nutricionales más adecuadas para las diferentes etapas del animal, evidenciando una creciente exigencia a los fabricantes de balanceados para que estos sean óptimos para la conversión alimenticia, generando una mayor eficiencia y rentabilidad.

Como consecuencia, un análisis de los desechos generados por la agroindustria podría ser una potencial fuente alternativa de alimentación natural a bajo costo, con grandes beneficios nutricionales y económicos para los productores. Por lo antes mencionado, surge la necesidad de realizar una investigación y planteamiento que permita desarrollar las pautas a futuro para iniciar el desarrollo de un alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde

El presente trabajo propone los siguientes objetivos de investigación:

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

- Realizar un estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde.

### **1.1.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao para su uso en la obtención de harinas.
- Determinar la mejor combinación de harinas para la obtención de alimento balanceado que cumpla las especificaciones para la etapa de engorde de cerdos.
- Comparar la composición nutricional del alimento balanceado obtenido con productos comerciales.
- Establecer la relación beneficio-costos de la producción de este tipo de alimento.

## **1.2 Planteamiento de problema**

¿Será posible el desarrollo de una mezcla óptima para la alimentación balanceada de cerdos en la etapa de engorde utilizando harina de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao?

### **1.3 Hipótesis**

La mezcla de harina de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao como materia prima para alimentos balanceados de cerdos en la etapa de engorde es óptima respecto al alimento balanceado comercial.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Habitualmente los cerdos son alimentados con productos balanceados de alto costo, lo que conlleva mayor inversión para el productor, algunas veces no posee una economía estable y no le proporciona una dieta apropiada para un buen crecimiento e incremento de peso. En esta información Gómez (2019) desarrolla un resumen el cual trata sobre los sub- productos agrícolas como una alternativa nutricional en la alimentación de cerdos durante la etapa de engorde, por lo que se determinó que los sub- productos agrícolas como, tubérculos yuca, granos y arroz son una alternativa nutricional para la alimentación de cerdos debido a que esto también disminuirán los costos de producción y mejorarían los ingresos económicos de los productores.

Lema (2019) desarrolló 3 dietas con diferentes porcentajes de tuza de maíz, afrecho de trigo y soya en la alimentación de cerdos en etapa de engorde, de modo que propuso evaluar las dietas con los distintos porcentajes en la etapa de engorde para concretar la mejor dieta proporcionado a los cerdos, utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 7 repeticiones, con un total de 28 unidades experimentales, cerdos Landrace de 2 meses de edad con un peso aproximado de 37 kg, mostrando que durante la etapa de engorde hubo diferencias estadísticas significantes, en el cual observó que los porcentajes de tusa de maíz, afrecho de trigo y soya, tuvieron un impacto significativo en el proceso. De manera que se puede recomendar la dieta determinando que obtuvo una buena adaptación con una ganancia de peso total de 44 Kg.

Por otra parte, López y Zambrano (2019), evaluaron este proyecto con el fin de diagnosticar la sustitución de diferentes niveles de olote de maíz (0, 6, 8 y 10 %) en la dieta de cerdos en la etapa de recría. Se utilizaron 24 cerdos de ambos sexos, se realizaron pruebas con un diseño de bloque al azar y cuatro tratamientos; los cuales fueron: T1 testigo (OM0 %); T2 (OM6 %); T3 (OM8 %); T4 (OM10 %). Los resultados reflejaron diferencias significativas para el consumo de alimento siendo el menor consumo para T4 (31.92 kg),

en cuanto al resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas manteniendo un consumo no menor a los 34 kg. Se concluyó que la sustitución de harina de olote en la dieta no afectó en los parámetros productivos, siendo una alternativa como ingrediente de bajo costo en la alimentación de cerdos.

El objetivo de Silva (2016) en esta investigación fue analizar el impacto de la ingestión de residuos pos-cosecha de *Theobroma cacao L.* sobre el comportamiento en la fase productiva de cerdos en la etapa de engorde. Se manejaron 24 cerdos de sexo indistinto con un peso promedio de  $50.6 \pm 1.35$  Kg y una edad aproximada de 3 meses. Los cerdos se evaluaron individualmente donde el resultado de los tratamientos (concentrado comercial o testigo), (15 y 30 % de harina de cáscara de mazorca de cacao, arrojaron resultados con el consumo voluntario por kg/peso vivo 0.75, aumento de peso, y conversión alimenticia. Esto concluye que los residuos de pos-cosecha de cacao sirven para ser incluidos en la dieta de los cerdos hasta un 15 %, debido a que sus propiedades nutritivas mejoran el comportamiento productivo.

Por último, Amaya (2020) evalúa el resultado de tres balanceados y dos aditivos para la crianza de cerdos en la etapa de engorde. En esta investigación se determinan tres balanceados comerciales (Biomento, Porciforte y Nutril) y dos aditivos (Pecutrin, Panadine y testigo sin aditivo) en la etapa de alimentación de cerdos de engorde, raza "Landrace x Pietrain", las estadísticas arrojan que el balanceado "Porciforte" es el más apropiado para el aumento de peso de los cerdos, el crecimiento y engorde (44.67 kg y 42.67 kg), Por otro lado, el aditivo Pecutrín mostró destacados resultados en el aumento de peso, crecimiento y engorde (43.90 kg y 41.90 kg); además de mejor perímetro torácico y un preferible beneficio costo, con 1.15 centavo por cada dólar invertido utilizando Porciforte + Pecutrin.

## **2.2. La Porcicultura**

La porcicultura es la crianza de porcinos con fines comerciales y a veces familiares; para esto existen técnicas que se deben aplicar para identificar si las condiciones de clima, ambiente, fácil acceso al transporte,

herramientas, demanda del producto y el mercado permitirán que el poricultor obtenga el máximo beneficio al realizar esta actividad económica (Producción Animal, 2015).

El autor mencionado señala que esta actividad puede llevarse a cabo de dos maneras; una realizada por familias en zonas rurales con el fin de obtener una fuente de alimentos; y la a realizada en forma industrial, en donde es necesario que se tengan claros los criterios sobre la administración, designación de la buena conservación ambiental de la granja como la zootecnia.

La producción porcina ha variado al punto en que ya no se habla de razas; sino, de líneas porcinas como Pic, Topigs. Dichas líneas fueron obtenidas como resultado de cruzamiento de varias razas puras como Landrace, Yorkshire, Duroc, para la obtención de híbridos con mayor potencial en su producción (Espinoza, 2012). Esto dio paso a la creación de nuevos nichos de mercado como la ganadería porcina biológica, métodos de producción alternativas, generalmente los sistemas agropecuarios están vinculados con los mercados locales teniendo como meta el mercado mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2014).

Franco, Guillén y Pérez (2019) afirmaron que el aumento en la explotación de porcinos en zonas rurales se incrementó debido al consumo interno de carne, generando graves problemas ambientales por una alta concentración de animales confinados en pequeñas áreas provocando un mal manejo de estos.

### **2.1.1. La Porcicultura en el Ecuador.**

A finales del 2010, en cooperación entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), la Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la Calidad (AGROCALIDAD) y la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE) se realizó el primer censo porcino en el país

en donde se comprobó la existencia de aproximadamente 1 737 granjas, las cuales funcionaban con más de cinco cerdas reproductoras o a su vez con veinte animales exclusivos para ser comercializados (Asociación de Porcicultores del Ecuador, ASPE, 2010).

En cuanto a la producción tecnificada de carne de cerdo, se habían alcanzado las 45 600 toneladas; mientras que el sector informal con sus casi cien mil productores “traspatio” produjeron domésticamente 1.4 millones de cerditos, con 89 000 toneladas (ASPE 2010).

A continuación se muestra la Tabla 1, en donde se presenta la distribución de las granjas del censo por región:

**Tabla 1.**Total granjas vs total población porcina por región

Detalle	Costa	Sierra	Oriente	Galápagos
<b>Granjas</b>	657	718	322	40
<b>Animales</b>	93 105	201 828	14 526	1 148

**Fuente:** ASPE (2010)

**Elaborado por:** La Autora

El Programa Nacional Sanitario Porcino (2013) que impulsó el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca junto con Agrocalidad pretendía mejorar las condiciones de trabajo de los pequeños productores, la calidad de los productos y mejoramiento de procesos; en donde se incluyó la vacunación a los porcinos y control de la higiene.

### **2.1.2. Alimentación del ganado porcino.**

La alimentación de los cerdos debe estar diseñada con nutrientes necesarios para cada una de sus etapas de producción, las mismas que deben poseer un programa que genere un beneficio a los productores (Solórzano, 2005); cómo se puede observar en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Programa de alimentación

Etapa de Crecimiento	Duración/días	Peso de cerdo en kg	Alimento con concentrado kg/día
Inicio	30	Destete a 30	1.2
Desarrollo	60	30 a 60	1.0
Engorde	60	60 a 100	1.0

**Fuente:** Chinchilla, Chi y Carrillo (1998)

**Elaborado por:** La Autora

### **2.1.2.1. Etapa de engorde.**

Esta es la etapa en la cual el porcino comienza a depositar grasa en la carne, por lo tanto, su alimentación se debe formular y diseñar según el peso para mantener los parámetros de conversión alimenticia desde los 75 kg hasta su finalización (Solórzano, 2005). En las granjas se utilizan razas de animales tradicionales como la Yorkshire, Landrace y Duroc. El período de engorde es entre los 50 y 90 kilos; cuando se utilizan animales de líneas híbridas como Dalland, Seghers o Pic, los pesos y requerimientos nutritivos varían según las compañías a las que serán destinados (Padilla, 2007).

En la Tabla 3 se muestra el efecto del alimento en la etapa de engorde, período el cual ocurre alrededor de 21 a 28 días hasta el momento en que el cerdo alcanza el peso de venta (Campabadal, 2009).

**Tabla 3.** Consumo de alimento para cerdos en crecimiento y engorde

Peso del cerdo (kg)	Cantidad (kg/día)
30 a 40	1.80
40 a 50	2.20
50 a 60	2.60
60 a 70	2.80
70 a 80	3.10
80 a 90	3.50
<b>Promedio</b>	<b>3.00</b>

**Fuente:** Campabadal (2009)

**Elaborado por:** La Autora

### 2.1.3. Formulación de dieta nutricional.

Las dietas experimentales tienen sus características definidas, en algunas ocasiones se trata de una dieta sintética y de composición fija. Esta dieta constará con un periodo de tiempo para la obtención de resultados (Gil, 2010, p. 577).

“Es un esquema de cómo realizar un experimento, el objetivo fundamental es determinar si existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos del experimento y en caso de que la respuesta es afirmativa, cuál sería la magnitud de esta diferencia” (Badii, Castillo, Rodríguez, Wong y Villalpando, 2007, p. 283).

Las raciones de las dietas deben suplir con los requerimientos necesarios de proteína y minerales para equilibrar la ración total (Almaguel, Piloto, Cruz, Mederos y Ly, 2011).

En las Tabla 4 y 5 se muestran los requerimientos nutricionales del cerdo y los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que necesitan mantener los alimentos balanceados respectivamente:

**Tabla 4.** Requerimientos nutricionales del cerdo

<b>Estado fisiológico</b>	<b>Cerdo</b>	
	<b>Crecimiento</b>	<b>Acabado</b>
Peso vivo (kg)	25 - 70	70 – 120
Intervalo de edad(días)	70 – 130	130 – 180
Materia seca (%)	87	87
<b>Concentración energética (kcal. EM/kg)</b>		
Intervalo de variación	3 000- 3 400	3 000- 3 400
Concentración media	3 200	3 200
<b>Proteína bruta</b>		
Contenido máximo	17	15
Contenido mínimo	15	13
<b>Fibra bruta</b>		
Contenido máximo	6.0	6.0
Contenido mínimo	2.8	2.5

**Fuente:** Chachapoya (2014)

**Elaborado por:** La Autora

**Tabla 5.** Requerimientos físicos, químicos y microbiológicos

<b>Factores de control</b>	<b>Niveles</b>	<b>Método de Ensayo</b>
Parámetros físicos	Proteína	NTE INEN-ISO 20483 (2013)
	Grasa	NTE INEN ISO 11085 (2013)
	Fibra	NTE INEN ISO 522 (2012)
	Ceniza	NTE INEN ISO 2171 (2007)
	Humedad	NTE INEN ISO 712 (2013)
Parámetros químicos	Acidez	NTE INEN 521 (2013)
Parámetros microbiológicos	Mohos y levaduras	NTE INEN 1529-10 (2013)
	E. Coli	NTE INEN 1529-8 (2016)

**Fuente:** NTE INEN 1829 (2014)

**Elaborado por:** La Autora

De acuerdo con las Normas INEN se determinan los siguientes requisitos para alimentos en cerdos detalladas en la Tabla 6:

**Tabla 6.** Norma INEN alimento balanceado para cerdos

<b>Requisito</b>	<b>Mínimo %</b>	<b>Máximo%</b>	<b>Método de Ensayo</b>
<b>Humedad</b>	-	11	INEN AL 06.01-324 (1980)
<b>Grasa</b>	4	-	INEN AL 06.01-325 (1980)
<b>Fibra cruda</b>	-	6	INEN AL 06.01-326 (1980)
<b>Proteína cruda</b>	16	-	INEN AL 06.01-327 (1983)
<b>Cenizas</b>	10	-	INEN AL 06.01-328 (1980)
<b>Sodio</b>	-	0.6	INEN AL 06.01-329 (1983)
<b>Calcio</b>	-	1	INEN AL 06.01-330 (1984)
<b>Fósforo</b>	0.60	-	INEN AL 06.01-331 (1981)

**Fuente:** Herrera (2010)

**Elaborado por:** La Autora

## **2.2. Clasificación de alimentos balanceados**

De acuerdo con Chachapoya (2014), los balanceados se clasifican en:

a. Purificados: son preparados en base a aminoácidos sintéticos, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales químicamente puros, son costosos y empleados con fines de investigación.

b. Semi-purificados: se basan en ingredientes naturales, son más puros. Utilizados para determinar la eficiencia, ganancia de peso y talla.

c. Prácticos: se elaboran con alimentos asequibles y disponibles en ese momento. El objetivo de esta preparación es satisfacer las necesidades nutricionales a un costo mínimo.

### **2.2.1 Tipos de mezclas para alimentos balanceados.**

Chachapoya (2014) clasifica las mezclas para balanceados de acuerdo con el uso o consumo de la siguiente manera:

a. Seco o Polvo: no tienen interacción química de las sustancias agregadas, varían por su composición y dependen de la forma de preparación.

b. Peletización: adicionan vapor de agua al producto molido y mezclado, logrando una hidratación en temperaturas entre los 60° - 80° C. Con la masa caliente se forman estructuras cilíndricas (Pellets) que se endurecen por cocción en hornos rotatorios.

Se debe tomar en cuenta las materias primas como se menciona en la Tabla 7 para la elaboración de los alimentos, para que el animal tenga una buena digestión.

**Tabla 7.** Preparación de las dietas para cerdos

<b>Tipo de producto</b>	<b>Características</b>		
Completo	Nutritivas Todos los nutrientes	Alimenticias Todos los ingredientes	Física Pellet, Harina
Concentrado energético	Provee energía	Grano, grasas y aceites	Harina
Concentrado proteínico	Provee proteína	Oleaginosas. Sub productos de origen animal (harina de carne, pescado, sustituto de leche), entre otros.	Harina
Bases o premezclas	Provee minerales (micro minerales) vitaminas (excepto colina), aminoácidos (Lisina, metionina, treotina, triptófano), Aditivos (saborizantes, antioxidantes, antibióticos, prebióticos)	Incluyen todos los micronutrientes, o uno de ellos. Elaborada por etapa fisiológica-productiva	Polvo

**Fuente:** García, Ortega, Yagüe, González y Artiga (2012)

**Elaborado por:** La Autora

### 2.3. Producción de alimento balanceado.

En la alimentación de cerdos se corrobora que los animales deben consumir 3.27 kg de alimento en harina para aumentar 1 kg de peso; en comparación consumirá 2.87 kg de pellets para incrementar 1 kg. La conversión a carne mejora y se realiza en menor tiempo. Dentro de la planificación del alimento en harina, peletizado o extrusión, el extruido es de mayor calidad dependiendo del tipo de animal al que se destina el alimento balanceado. En el caso de los cerdos regularmente se propende a seleccionar el alimento compuesto en harina o pellet (Salazar, 2008).

En la Tabla 8 se presenta la diferencia entre harinas, peletizado y extrusión:

**Tabla 8.** Preparación de las dietas para cerdos

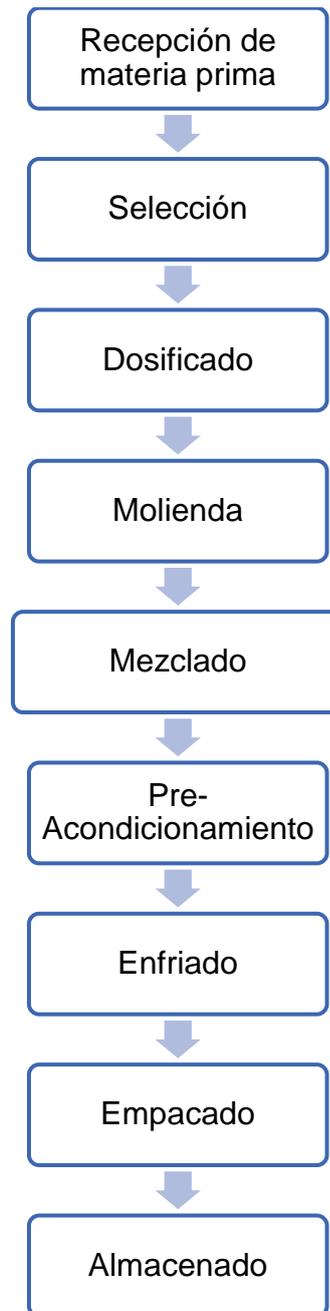
<b>Descripción</b>	<b>Harina</b>	<b>Peletizado</b>	<b>Extrusión</b>
<b>Procesamiento</b>	En seco	En húmedo	En húmedo o seco
<b>Temperatura (°C)</b>	Ambiente	60 – 90	70 – 160
<b>% Humedad</b>	En seco	15.5 – 17	Hasta 30
<b>% Adición grasa</b>	En seco	20	30
<b>Máquina</b>	Manual	Peletizadora	Extrusores
<b>Costos</b>	Bajos	Normales	Costosos
<b>adquisición</b>			
<b>Esterilidad</b>	Nula	Buena	Excelente
<b>Hundimiento</b>		Hundibles	Hundibles o flotantes
<b>Forma del producto</b>	Harina	Cilíndrica	Forma de la matriz
<b>Aglutinantes</b>	No	Si	No
<b>Digestibilidad</b>	Normal	Buena	Excelente

**Fuente:** Salazar (2008)

**Elaborado por:** La Autora

En el Gráfico 1 se presenta el proceso para la obtención de un alimento balanceado.

**Gráfico 1.** Proceso de un alimento balanceado



**Elaborado por:** La Autora

Para los procesos de molienda, mezclado, pre- acondicionamiento y melazadora Mann (2010) detalla lo siguiente:

El procesado de ingredientes y alimentos terminados en la industria de fabricación de alimentos balanceados, dentro de los procesos tecnológicos más utilizados se encuentran la molienda, el granulado y el procesamiento

térmico que se realizan a altas temperaturas (>90 °C). La aplicación de estas técnicas afecta la fisiología digestiva y la composición de la microflora intestinal y por tanto a la productividad (Mann, 2010).

- **La molienda:** Es el primer proceso al que se someten materias primas en la elaboración de un alimento balanceado. El molino ayudara a conseguir la granulometría adecuada para el tamaño de las partículas de acuerdo con la presentación del alimento, harina o peletizado (granulado).

Para el alimento en harinas las granulometrías diferentes favorecerán la desmezcla del producto terminado las partículas pasan por un tamiz de 0.5 mm. El tamaño de las partículas dependerá del tipo de molino (martillos, rodillos), así como de otros factores.

- **Mezclado:** Proceso de fabricación de alimentos donde suele ser con negligencia. Las mezcladoras deben de ser revisadas semanalmente y la homogeneidad debería de ser verificada mensualmente.
- **Pre-Acondicionamiento:** Es uno de los primeros tratamientos térmicos que sufren las harinas en la producción de un alimento balanceado que se va a peletizado (granulado).
- **Enfriado-Secado:** Proceso que se realizan en equipos llamados enfriadores donde se busca reducir la humedad y la temperatura del pellet para su mejor conservación.

#### **2.4. Alimentos balanceados comerciales**

La industria de alimentos balanceados es la que transforma principalmente productos agrícolas para convertirlos en dichos alimentos (Jaramillo y Gallego, 1998). Generalmente, el alimento balanceado se compone de una mezcla de granos, fuentes de proteína, y otros productos agroindustriales, que incluyen vitaminas, ciertos minerales y demás aditivos.

El maíz y la soya son los granos más utilizados en la producción de alimentos balanceados debido a su composición y el aporte de nutrientes que brindan en la formulación de dietas (Brea, Ortiz, Elías y Motta, 2014).

#### **2.4.1. Balanceado para cerdos Wayne.**

La empresa Molinos Champion S. A. (2020) en su página web indica que posee como ingredientes en su balanceado: maíz y subproductos, trigo y subproductos, arroz y subproductos, harina de soya, soya extruida, aceite de palma entre otros componentes. En donde la mezcla de los ingredientes permite lograr incrementos de pesos promedios, por lo que se deben suministrar como única ración a cerdos de 119 días de edad o 75 kg / PV hasta 103 kg / PV y los resultados del análisis del balanceado se presenta en la Tabla 9:

**Tabla 9.** Análisis Balanceado Wayne

<b>Nutriente</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Unidad</b>
Humedad	-	13.00	%
Proteína cruda	12.00	15.00	%
Grasa cruda	5.00	10.00	%
Fibra cruda	-	4.00	%

**Fuente:** Molinos Champion S.A. (2020)

**Elaborado por:** La Autora

#### **2.4.2. Balanceado ProCerdos engorde.**

La empresa Pronaca (2020) en su página web indica que su balanceado ProCerdos Engorde se debe suministrar libremente a cerdos en los últimos 28 días previos al faenamiento, así mismo, que este alimento ha sido diseñado para desarrollar el máximo potencial de razas genéticamente seleccionadas y que se debe mantener siempre disponible con abundante agua limpia y fresca.

Los resultados del análisis del balanceado se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Análisis Balanceado ProCerdos

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Proteína cruda (mín.)</b>	17.0	%
<b>Grasa cruda (mín.)</b>	4.0	%
<b>Fibra cruda (máx.)</b>	7.0	%
<b>Ceniza (máx.)</b>	6.0	%
<b>Humedad (máx.)</b>	13.0	%

**Fuente:** Pronaca (2020)

**Elaborado por:** La Autora

## **2.5. Alimentos balanceados de origen vegetal**

Los autores Mwesigwa, Mutetikka, y Kugonza (2013) afirman que los subproductos agroindustriales del procesamiento de trigo y maíz están cada vez más disponibles, tienen el potencial de alimentar a los cerdos porque son ricos en proteínas crudas.

De igual manera Granja, Menéndez, Yeomans, Hernández y Botero (2002) indican que las dietas de animales ricas en proteínas, carbohidratos y grasas tienen un impacto significativo en la flora bacteriana gastrointestinal.

### **2.5.1 Características de las materias primas.**

- **Características físicas del grano de garbanzo**

El tamaño promedio del grano es de 70-74 gramos/100 semillas, que equivale a 40-42 semillas/30 gramos de peso. Su grano es de color blanco cremoso, con rugosidad pronunciada y su forma es redonda angular, este produce ramas de 66 centímetros de largo con un promedio aproximado de dos ramas primarias y diez ramas secundarias de manera que produce sus primeras flores entre 40 y 44 días después de la siembra y termina de florecer aproximadamente a los 90 días mientras que la madurez de corte fluctúa en 110 a 120 días después de la siembra y la madurez a cosecha entre 126 a 135 días.

El promedio de todas las pruebas en ensayos de rendimiento y validación en las zonas de mayor cosecha donde obtienen el grano más

grande y en consecuencia un mayor porcentaje para la exportación que va entre 95-98%, esto como resultado de los trabajos para mejorar la genética y desarrollar las variedades del garbanzo con las características que se adaptan a todas las regiones de producción (Durán, 2019).

- **Características del chocho**

El chocho a diferencia de otros productos no es un cultivo exigente el cual no requiere de una inversión alta y se adapta a suelos arenosos y erosionados por lo que su beneficio ayuda a la recuperación de los suelos debido a que sus raíces producen nitrógeno. Su planta alcanza una altura de 1.8-2 metros y cada planta produce de 8 a 28 vainas alargadas de 5 a 12 centímetros las cuales contienen de 6 a 8 granos ovalados que varían en diferente coloración desde blanco, gris, bayo, marrón, negro y mármol. Este tipo de grano tiene alto índice de calcio, fósforo, hierro, proteínas y aceites, por otra parte su rendimiento es motivador debido a que en 100 metros cuadrados se siembran 50 libras y se obtienen de 8 a 10 quintales, es por ello que cultivar chochos según los agricultores es la mejor opción (Marquez, 2016).

- **Características del arroz**

El arroz es el segundo cereal más cultivado en todo el mundo seguido del maíz, es por ello por lo que tiene una mayor importancia porque es el más consumido por los humanos, su grano es de tamaño corto o medio y tienen un alto índice de almidón. El arroz es la semilla de la planta (*Oryza sativa*) y es el responsable del aporte calórico de una quinta parte de las calorías consumidas en el mundo. Su cáscara es una capa dura que protege el grano y se compone de la lemma y la palea, esta tiene un alto índice de silicio que limita su uso como materia orgánica para adherirse al suelo.

De manera que, es muy importante cosechar los cultivos de arroz a tiempo para incrementar la calidad del grano y su rendimiento debido a que su cosecha es temprana sus granos serán inmaduros y se romperán fácilmente, por otra parte si la cosecha es tarde el grano se puede caer de la panícula lo que provocaría grandes pérdidas, por ello se recomienda

comenzar la cosecha solo cuando los granos se maduren a un porcentaje de 80-85 % o tengan un color amarillo dorado (UNAM, 2013).

- **Características de la cáscara de cacao**

La cáscara de cacao representa el 72.4 % de la masa del fruto entero, por lo indica una alta proporción de desechos, es por esto por lo que se ha afirmado que el cacao es un fruto sub- utilizado. Siendo así la cáscara un residuo voluminoso y de gran masa al que aparentemente no se le ha dado mucha importancia debido a que desconocen sus propiedades y características. La proporción de desechos de cascara de cacao es una excelente base para considerar la actividad cacaotera como una posibilidad de fuente de materia prima para la alimentación tanto humana como la de animal.

Las cáscaras se pueden presentar semi rugosas o ligera, casi todas con forma elíptica o forma de botella. Por otra parte, estos residuos son utilizados en la industria de alimentos para animales, sin embargo es necesario optimizar los parámetros de extracción de la cáscara para aumentar su rendimiento debido a que los niveles de pH y temperatura influyen significativamente en las características químicas para producir alimentos (Castillo, Álvarez y Contreras, 2018).

### **2.5.2. Harina de garbanzo.**

El cultivo de garbanzo presenta bajos requerimientos para su siembra, se ha cultivado desde el comienzo de la agricultura hace más de 9 500 años. Considerado un alimento rico en proteínas y carbohidratos tiene un gran potencial para ser aprovechado en la formulación y desarrollo de alimentos funcionales, es posible convertirlo en harina misma que es consumida en países Mediterráneos (Aguilar, 2013). La taxonomía del garbanzo se muestra en la Tabla 11:

**Tabla 11.** Taxonomía del garbanzo

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
<b>Familia</b>	<b>Fabaceae</b>
<b>Género</b>	Cicer
<b>Especie</b>	C. arietinum
<b>Nombre científico</b>	Cicer arietinum
<b>Nombre común</b>	Garbanzo

**Fuente:** Infoagro, (2002)

**Elaborado por:** La Autora

La información nutricional de la harina de garbanzo por cada 100 g se muestra en la Tabla 12:

**Tabla 12.** Composición de la harina de garbanzo

<b>Elementos</b>	<b>Contenido</b>
<b>Agua</b>	10.22
<b>Calorías</b>	369 K cal
<b>Grasa</b>	6.69 g
<b>Proteína</b>	22.39 g
<b>Carbohidratos</b>	57.80 g
<b>Fibra</b>	10.8 g
<b>Potasio</b>	846 mg
<b>Sodio</b>	64 mg
<b>Fósforo</b>	318 mg
<b>Calcio</b>	105 mg
<b>Cobre</b>	45 mg
<b>Magnesio</b>	166 mg
<b>Hierro</b>	4.86 mg
<b>Zinc</b>	2.81 mg
<b>Tiamina (vit B1)</b>	0.486 mg
<b>Riboflavina (vit B2)</b>	0.106 mg
<b>Niacina</b>	1.762 mg
<b>Folacina</b>	427 mg
<b>Vitamina B6</b>	0.492 mg
<b>Vitamina A</b>	41 IU

**Fuente:** Torres (2015)

**Elaborado por:** La Autora

### 2.5.3. Harina de arroz.

El arroz (*Oryza sativa*) es una de las fuentes principales de ingesta de calorías y proteínas, es uno de los cereales más producido en el mundo, cultivándose en más 112 países y consumido desde hace muchos años siendo un pilar fundamental de la seguridad alimentaria en países con pocos ingresos (Pincirolí, 2011).

Durante la etapa de trilla, se obtiene arroz integral y cascarilla de arroz. Después el arroz integral pasa a un proceso de pulimiento a partir del cual se obtiene el arroz blanco y el salvado, existiendo pérdidas asociadas a los granos partidos, que representan un 4 % en la producción (Escobar, Asanza, y González, 2016).

La taxonomía del arroz se presenta en la Tabla 13:

**Tabla 13.** Taxonomía del arroz

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
<b>División</b>	Angiospermae
<b>Clase</b>	Monocotyledonae
<b>Orden</b>	Glumiflorae
<b>Tribu</b>	oryzae
<b>Familia</b>	Poaceae (gramineae)
<b>Nombre científico</b>	<i>Oryza sativa</i>

**Fuente:** Acevedo, Castrillo y Belmonte (2006)

**Elaborado por:** La Autora

La información nutricional de la harina de arroz por cada 100 g se muestra a continuación en la Tabla 14:

**Tabla 14.** Composición de la harina de arroz

<b>Componentes</b>	<b>Cantidades</b>
Agua	15.5
Proteína (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Ceniza (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (ácido nicotínico) (mg)	1.4
Calorías	352

**Fuente:** Machuca y Meyhuay (2017)

**Elaborado por:** La Autora

#### **2.5.4. Harina de chocho.**

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es un grano considerado estratégico para la soberanía alimentaria de los pueblos de origen andino, se caracteriza por su alto contenido de proteína, grasa, carbohidratos, minerales y fibra. Es una especie que tolera la escasez de agua, pero es importante que exista humedad para una buena germinación (Peralta, Mazón, Murillo y Rodríguez, 2013).

En la Tabla 15 se presenta la taxonomía el chocho:

**Tabla 15.** Taxonomía del chocho

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
<b>Nombre común</b>	Tarwi, Chocho
<b>Nombre científico</b>	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
<b>División</b>	Espermatofitos
<b>Sub división</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Sub clase</b>	Arquidamideas
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Papilionoideas
<b>Subfamilia</b>	Genisteas
<b>Género</b>	Lupinus
<b>Especie</b>	<i>Lupinus Mutabilis</i>

**Fuente:** Jacobsen (2002)

**Elaborado por:** La Autora

La información nutricional de la harina de chocho por cada 100 g se muestra en la Tabla 16:

**Tabla 16.** Composición de la harina de chocho

<b>Composición</b>	<b>Chocho cocido con cáscara</b>	<b>Chocho crudo sin cáscara</b>	<b>Chocho harina</b>
<b>Energía kcal.</b>	151	277	458
<b>Agua g.</b>	69.7	46.3	37.0
<b>Proteína g.</b>	11.6	17.3	49.6
<b>Grasa g.</b>	8.6	17.5	27.9
<b>Carbohidratos g.</b>	9.6	17.3	12.9
<b>Fibra g.</b>	5.3	2.8	7.9
<b>Ceniza g.</b>	0.6	1.6	2.6
<b>Calcio mg.</b>	30	54	93
<b>Fósforo mg.</b>	123	262	440
<b>Hierro mg.</b>	1.4	2.3	1.38
<b>Tiamina mg.</b>	0.01	0.6	-
<b>Riboflavina mg.</b>	0.34	0.4	-
<b>Niacina mg.</b>	0.95	2.10	-
<b>Ác. ascórbico</b>	0.00	4.6	-

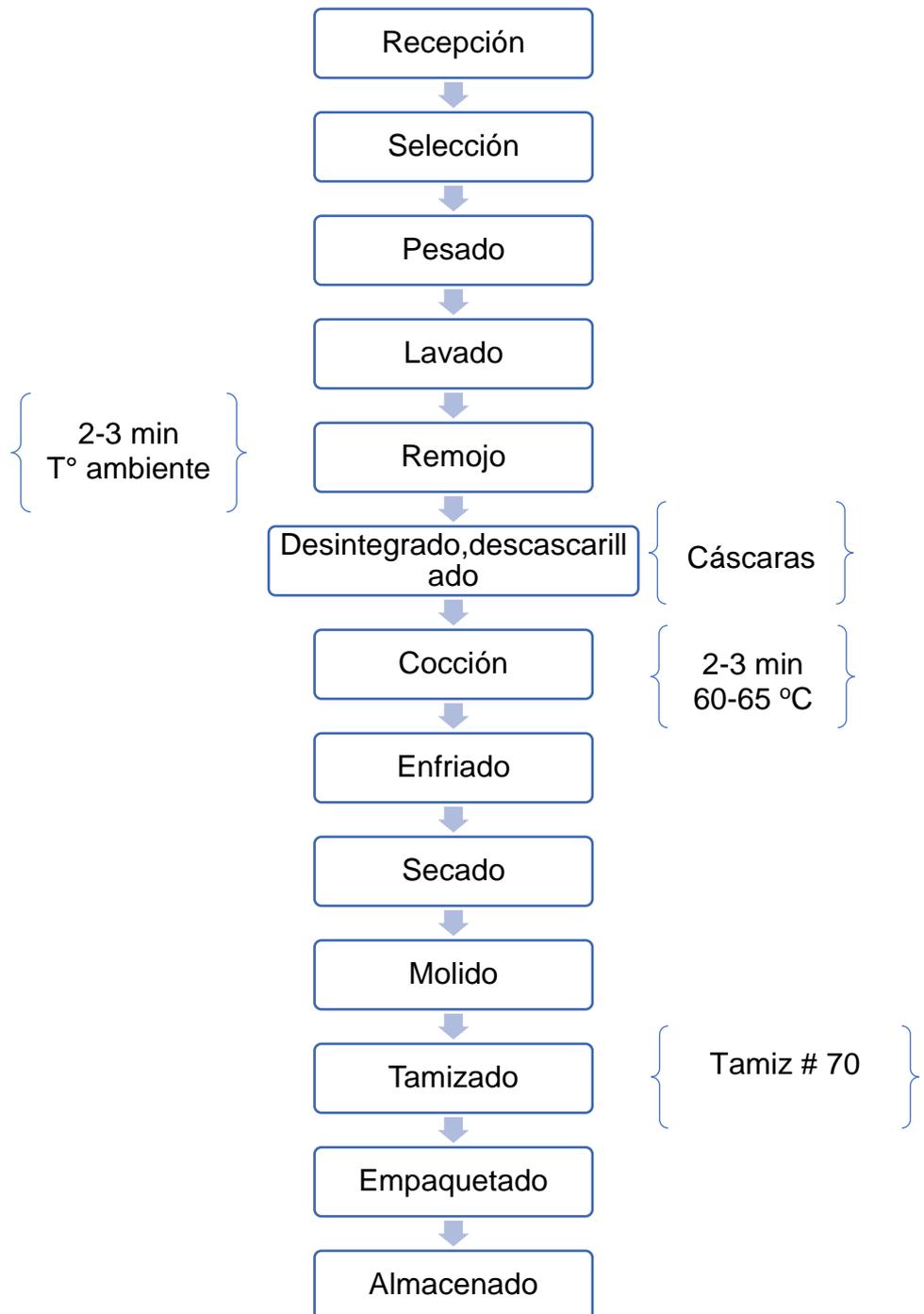
**Fuente:** Apunte y León (2013)

**Elaborado por:** La Autora

Para el procesamiento de las harinas de origen vegetal, como se muestra en el Gráfico 2, se realizan diversas actividades como la recepción de la materia prima, selección de esta, el pesaje de acuerdo con las

cantidades que se producirán; posteriormente entra a un proceso de lavado del producto, desintegrado y descascarillado. Se remoja, luego se seca, se procede a moler y finalmente pasa por un tamizaje para el empaquetado y almacenado en bodega.

**Gráfico 2.** Proceso de harina de origen vegetal.



**Fuente:** Apunte y León (2013)

**Elaborado por:** La Autora

### 2.5.5. Harina de cáscara de cacao.

Enríquez (1985) menciona que la palabra cacao proviene del maya “Kaj” que significa amargo y “Kab” que significa jugo. La mezcla de estas dos palabras al pasar al castellano, pasaron por muchas alteraciones que terminaron en “cacaotal” y tiempo después en cacao. *Theobroma cacao* L. es una planta originaria de América del Sur, en el Alto Amazonas que comprende países como Colombia, Perú, Ecuador y Brasil (pág. 7).

En la Tabla 17 se presenta la taxonomía del cacao:

**Tabla 17.** Taxonomía del cacao

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
<b>División</b>	<i>Fanerogamas</i>
<b>Clase</b>	<i>Angiospermas</i>
<b>Subclase</b>	<i>Dicotiledonea</i>
<b>Orden</b>	<i>Malvales</i>
<b>Familia</b>	<i>Sterculiaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Sección</b>	<i>Eutheobroma</i>
<b>Especie</b>	<i>Theobroma cacao</i> L.

**Fuente:** Rondón y Cumana (2005)

**Elaborado por:** La Autora

En cuanto a la composición química de la cáscara de cacao, en la Tabla 18 se muestra la información:

**Tabla 18.** Composición de la cáscara de cacao

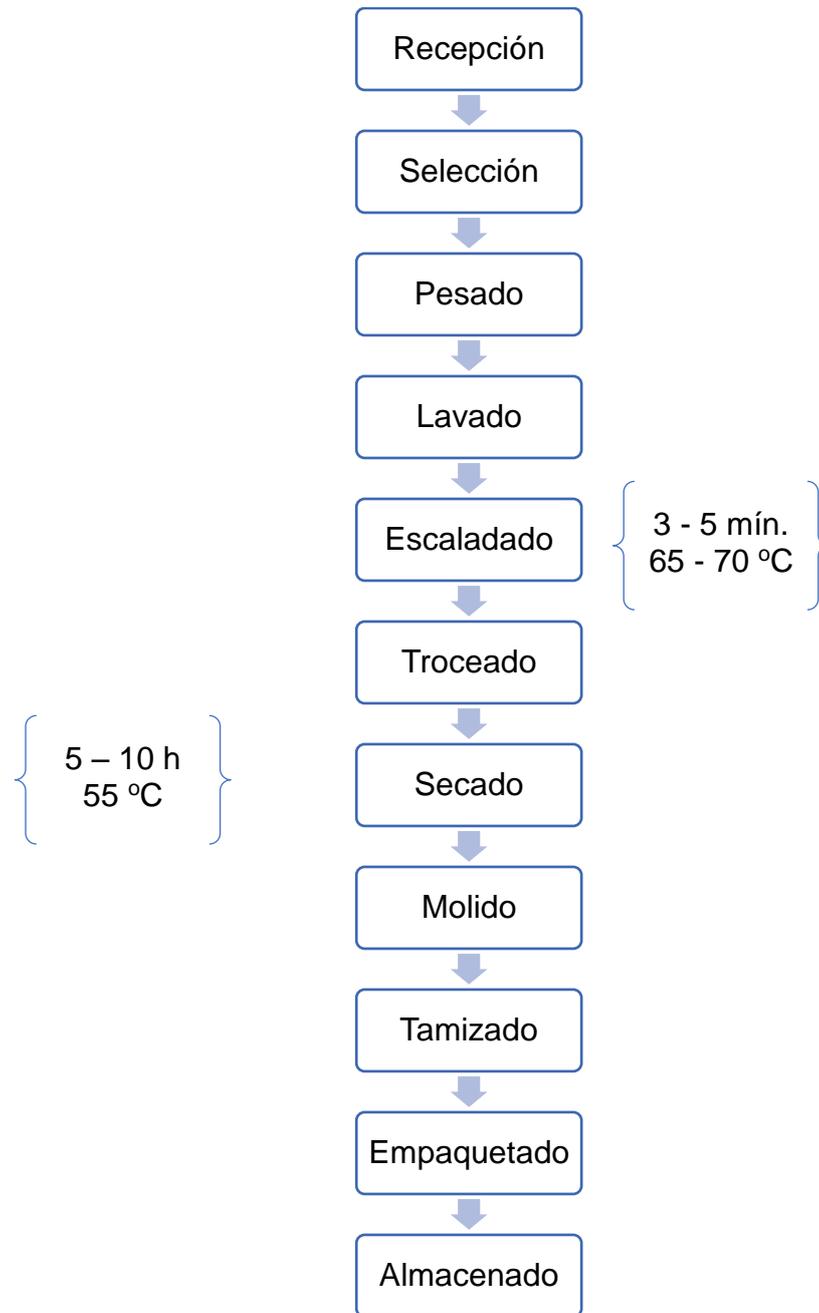
<b>Componentes</b>	<b>%</b>
<b>Humedad</b>	85
<b>Proteína</b>	1.07
<b>Minerales</b>	1.41
<b>Grasas</b>	0.02
<b>Fibra</b>	5.45
<b>Carbohidratos</b>	7.05
<b>Nitrógeno</b>	0.17
<b>Fósforo</b>	0.03
<b>Potasio</b>	0.55
<b>Pectina</b>	0.89

**Fuente:** Romero (2017)

**Elaborado por:** La Autora

En cuanto al proceso de obtención de harina de cáscara de cacao, el Gráfico 3 presenta el proceso de obtención el cual inicia con la recepción de la cascarilla del cacao proveniente de las cacaoteras, se pesa de acuerdo con el requerimiento de producción; se lava y escalda para posteriormente trocearla y secarla. Una vez seco, se muelen las cáscaras para pasar el polvillo al tamizado y empaquetado final, donde es almacenado en las bodegas de la productora de harina.

**Gráfico 3.** Proceso de obtención de harina de cáscara de cacao



**Elaborado por:** La Autora

## **2.6. Porcentajes nutricionales de las harinas versus alimentos balanceados comerciales.**

En la Tabla 19 se muestra los porcentajes de nutrientes de los balanceados comerciales versus el porcentaje de los nutrientes de las harinas de garbanzo, harina de arroz, harina de chocho.

**Tabla 19.** Comparación nutricional de alimentos balanceados comerciales versus harinas de proteína vegetal

Nutrientes	Marca comercial (40 kg)		Harinas de proteína vegetal (100g)			
	Wayne	Pro Cerdos	Garbanzo	Arroz	Chocho	Cásc. cacao
Proteína %	15	17	22.39	6.2	49.6	1.7
Fibra %	4	7	10.8	0.3	7.9	5.45
Grasa %	10	4	6.69	0.8	27.9	0.02

**Elaborado por:** La Autora

## 2.7. Otras conceptualizaciones

### 2.7.1. Las harinas.

Su término se deriva del latín *farina*, consiste en un polvo fino obtenido del procesamiento de cereales molidos y otros alimentos que tienen gran cantidad de almidón (arroz, tubérculos y legumbres). Además, es posible obtener harina de diversos productos como los garbanzos que son leguminosas (Suárez, 2005).

### 2.7.2. Nutrición y alimentación.

La nutrición juega un papel importante en la reproducción de todos los animales, las especies han ido ajustando su ciclo reproductivo dependiendo de la disponibilidad de recursos alimenticios y fisiología animal (Carrión y Medel, 2001).

Se debe tener en consideración la cantidad y calidad que consumen los cerdos debido a que son determinantes para la rentabilidad del negocio. La nutrición implica la adquisición de nutrientes a través de algunos mecanismos biológicos involuntarios que ocurren luego de la ingesta de alimentos que influyen en su crecimiento, desarrollo, reproducción (Brunori, Fazzoni y Figueroa, 2012).

### **2.7.3. Energía.**

De acuerdo con los autores, De Blas Gasa y Mateos (2013), es relevante señalar que el valor energético de los alimentos para los cerdos se basa en su contenido de energía neta (EN) convirtiendo la energía digestible (ED) en energía metabolizable (EM).

### **2.7.4. Fuentes de proteína.**

Las fuentes alternativas de proteína brindan nuevas oportunidades para poder aumentar la eficiencia del uso de los recursos para alimentación, así mismo ofrecen posibilidades para incrementar la rentabilidad (Gómez, Mendoza, Uribe, Cardona y Ibarguengoytia, 2001).

#### ***2.7.4.1. Proteína de origen animal.***

Las proteínas de origen animal como las harinas de pescado, carne, hueso, entre otras y los subproductos de la leche son utilizadas en la industria de balanceados. El contenido va a depender del tipo de procesamiento a que son sometidos los productos cambiando así el valor nutricional de los mismos (Campabadal, 2009).

#### ***2.7.4.2. Proteína de origen vegetal.***

Las proteínas de origen vegetal las aportan los vegetales siendo reconocidos como la principal fuente de proteínas de bajo costo en la dieta del hombre, al ser nutricionalmente importantes y de fácil digestión. Convirtiéndose en una fuente accesible de nutrientes (Guerrero, Ríos y Betancur 2003).

### **2.7.5. Fibra.**

Santomá (1997) mencionó que en cerdos machos enteros entre 20 y 50 kg con niveles de fibra bruta en el pienso bajos (2.5-3.5 %) a base de avena y cebada, la máxima velocidad de crecimiento se alcanzó entre 3 345 y 3 450 kcal de ED/kg, mientras que con dietas altas en fibra (9 %), se alcanzó con 3 150 kcal ED/kg.

### **2.7.6. Fuentes de vitaminas y minerales.**

Se dividen en 2 grupos: macro y micro minerales. Los macros incorporan el calcio, fósforo, sodio, cloro, y el potasio. Los micro minerales más comunes son el zinc, cobre, hierro, manganeso, yodo, selenio, cromo y cobalto (García et al., 2012).

De acuerdo con el Manual de Nutrición Animal las vitaminas son un componente de coenzimas y enzimas que regulan la función del cuerpo y apoyan a los principales nutrientes para trabajar de manera eficiente. Hay vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (vitamina A, D, E, K) (Instituto Nacional Tecnológico INATEC, 2016).

### **2.7.7. Agua.**

En la producción porcina local no se suele tener en cuenta a el agua como consideración prioritaria, la cantidad y calidad son determinantes puesto que un cerdo muere antes por no consumir agua que por no comer y si está enfermo deja antes de comer que de beber (De Blas et al., 2013).

### **2.7.8. Aminoácidos.**

Son nutrientes esenciales para el desempeño productivo de los animales, los requerimientos dependen de la cantidad y digestibilidad de los ingredientes que estén disponibles para satisfacer las necesidades de los animales (Salazar, 2017).

### **2.7.9. Costo beneficio.**

Consiste en un análisis a través del cual se mide la relación entre el costo de cada unidad producida y el beneficio que se obtiene de la venta de ésta (Amat, 2017). Para estimar el costo beneficio de alimentar a ganado porcino en etapa de engorde con el balanceado en base de harina de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao; será necesario obtener costo por kilo y el peso vivo a obtener al final de la crianza del animal (50 – 100 kg desde el parto, cuidado madre y lechones, engorde, comercialización y venta).

En conclusión, como se muestra en la Tabla 20 se consideran los valores de costos unitarios de producción y costos directos para poder evaluar la rentabilidad del alimento balanceado y poder obtener el precio valor al público:

**Tabla 20.** Variables para analizar en una relación costo-beneficio

---

<b>Costo detalle</b>
<b>Costo de materias primas</b>
<b>Costo de materiales, insumos, servicios básicos</b>
Total, de costo unitario de producción
<b>Margen de utilidad</b>
Total, de precio al público
<b>Valor beneficio-costo (B/C)</b>

---

**Fuente:** Amat (2017)

**Elaborado por:** La Autora

## 3 MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Localización del proyecto

Este anteproyecto de investigación se desarrollará en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, localizada en la Av. Carlos Julio Arosemena Km.1½ vía Daule, Guayaquil – Ecuador en el laboratorio de Industrias Vegetales. En el Grafico 4 se presenta ubicación referencial de la UCSG.

**Gráfico 4.** Ubicación referencial de la UCSG



**Fuente:** Google Maps (2020)

### 3.2. Condiciones climáticas de la zona.

La temperatura media anual en Guayaquil se encuentra a 25.7 °C puesto que, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 33 °C. Por consiguiente, la variación en las temperaturas durante todo el año es 2.9 °C (Climate - Data, 2020).

### 3.3. Materiales y equipos

#### 3.3.1. Materiales.

Los materiales por utilizar son los siguientes:

#### Materia Prima

- Harina de garbanzo

- Harina de chocho
- Harina de arroz
- Harina de cáscara de cacao

### **Materiales**

- Tazones
- Pinza para cápsula
- Cápsula
- Crisoles
- Matraz
- Buretas
- Matraz Erlenmeyer
- Probetas
- Cajas petri
- Pipetas
- Gradilla
- Tubos de ensayo
- Pera succionadora
- Cápsula de porcelana
- Tabla de registros

### **Reactivos**

- Agua destilada
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Alcohol etílico
- Fenofaleína

### **3.3.2. Equipos.**

Los equipos por utilizar son:

- Molino
- Estufa
- Balanza Analítica
- Mufla

- Computador
- Bebederos
- Comederos
- Balanza

### **3.4. Tipo de estudio y enfoque**

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), los tipos de estudio se refieren a los diversos enfoques y modalidades empleadas para la realización de una investigación; por lo tanto, el presente tema se asocia a un tipo experimental; ya que tiene el propósito de recolectar información y luego proponer un diseño para determinar los beneficios de utilizar materias primas naturales como son los desperdicios de la agroindustria para ser utilizados en la porcicultura durante la alimentación de los cerdos en la etapa de engorde.

Por otro lado, Lerma (2016) sugirió que los estudios descriptivos son la base de las investigaciones correlacionales, al proporcionar información para los estudios explicativos, generando un sentido de entendimiento del problema. A través de este tipo de investigación se buscará describir las características de los alimentos naturales (a base de desechos de la agroindustria) y balanceados preparados, con la finalidad de compararlos contrastando sus similitudes y diferencias.

En cuanto al enfoque de investigación, este será mixto; es decir, cualitativo y cuantitativo (Baena, 2017). El enfoque cualitativo analiza problemáticas cualificables, por medio de la revisión de sus causas y consecuencias, mientras que el enfoque cuantitativo hace uso de métodos estadísticos matemáticos para despejar hipótesis. Además, se usará el diseño documental con la consulta de fuentes secundarias para conocer el fenómeno, por medio de la revisión de textos, videos, trabajos experimentales previamente elaborados, entre otros (Arias, 2016).

El enfoque cualitativo se aplicará durante la recopilación de la información relacionada a las necesidades de los porcinos durante la etapa de engorde, estableciendo los componentes y proporción de las materias

primas a utilizar en la elaboración de un balanceado basado en harina de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao. Posteriormente con el enfoque cuantitativo se establecerá el costo beneficio obtenido del reemplazo de los balanceados comerciales por el sugerido.

### **3.5. Herramientas de investigación**

Las herramientas investigación son aquellas que permiten la recolección de datos para la obtención de información necesaria para el desarrollo del análisis de la problemática (Lerma, 2016). En este caso se aplicará la observación, puesto que de acuerdo con el diseño documental será de utilidad la revisión fuentes secundarias como: (a) Google Académico; (b) Revistas científicas; (c) Páginas especializadas en porcicultura; así como los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos de investigación.

### **3.6. Métodos**

Los métodos de investigación son las formas en las que se tratarán los datos obtenidos relacionados con el fenómeno (Baena, 2017). Este estudio deberá aplicar los siguientes:

#### **3.6.1. Análisis estadístico.**

En cuanto al análisis estadístico, este se realizará con el uso de la herramienta “*Design Expert*” que permitirá la realización de diferentes comparaciones de las fórmulas, optimizando las materias primas como harina de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao con la finalidad de robustecer los parámetros, mezclas y combinaciones. Al ser un software por medio del que se puede planificar y ejecutar trabajos experimentales, los análisis estadísticos presentados son de fácil interpretación (DatanAlysis, 2020).

Con la finalidad de establecer la formulación del balanceado natural que aproveche los desechos de la agroindustria, tales como cáscaras de cacao y materias primas como garbanzo, chocho, arroz, se ejecutará una revisión de los procesos de producción de dichas materias primas, para posteriormente describir sus componentes nutricionales y ajustarlos de acuerdo con el software estadístico *Design Expert*, con las diferentes

variaciones que se adecuen a las necesidades de los porcinos en etapa de engorde.

### **3.6.2. Análisis de la varianza.**

Para la comprobación de la hipótesis se utilizará el análisis de la varianza (Lerma, 2016). El ANOVA muestra las correlaciones de las variables de investigación, por medio de éste se determinará cuál es el alimento balanceado más efectivo en la etapa de engorde, considerando diferentes mezclas de balanceado de origen vegetal y dos marcas de alimentos balanceados comerciales.

### **3.6.3. Análisis funcional.**

Para el análisis funcional se aplicará el método de Tukey, que es el utilizado en el estadístico ANOVA con la finalidad de crear intervalos de confianza en las medias de los niveles de los factores, controlando la tasa de error a un nivel específico. Cuando se realizan comparaciones múltiples se requiere considerar la tasa de error porque existe una probabilidad de error de tipo I, a diferencia de las individuales (Díaz, 2009).

Este método permitirá contrarrestar la tasa de error más elevada, ajustando los niveles de confianza de cada intervalo individual para obtener resultados más confiables en la correlación de variables.

## **3.7. Diseño experimental**

Para el diseño experimental de esta investigación se emplearán 20 cerdos de indistinto sexo, 5 de los cuales se alimentarán con alimento balanceado Wayne, 5 con balanceado de la marca Procerdos, 5 con la fórmula 1 propuesta, y 5 con la fórmula 2 propuesta. Durante un período 21 a 28 días se evaluarán los indicadores; incremento de peso semanal, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y rendimiento a la canal para realizar una comparación de los beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos y finalmente determinar el análisis de costo beneficio, cumpliendo con los parámetros establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

### 3.7.1. Requerimientos físicos, químicos y microbiológicos

En la Tabla 21 se muestra requerimientos físicos, químicos y microbiológicos que necesitarán las harinas para la realización del balanceado.

**Tabla 21.** Requerimientos de control de las harinas

<b>Factores de control</b>	<b>Niveles</b>
<b>Parámetros físicos</b>	Proteína
	Grasa
	Fibra
	Ceniza
	Humedad
<b>Parámetros químicos</b>	Acidez
<b>Parámetros microbiológicos</b>	Mohos y levaduras
	E. Coli

**Elaborado por:** La Autora

#### 3.7.1.1. Determinación de proteína

Se determinará mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 519, 1980). El contenido de proteínas de harinas de origen vegetal, en base seca se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = (1,40)(F) \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{m(100 - H)}$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en harina de origen vegetal, en porcentajes de masa.

V<sub>1</sub> = volumen de la solución 0.1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra en cm<sup>3</sup>.

N<sub>1</sub> = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V<sub>2</sub> = volumen de la solución 0.1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>2</sub> = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V<sub>3</sub> = volumen de la solución 0.1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado en ensayo en blanco en cm<sup>3</sup>.

$V_4$  = volumen de la solución 0.1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación del ensayo en blanco, en  $\text{cm}^3$ .

H= porcentaje de humedad en la muestra.

*F= factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas, cuyo valor para cada harina.*

### **3.7.1.2 Determinación de humedad.**

Se determinará mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 518, 1980). El contenido de humedad de harinas de origen vegetal, en base seca se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Siendo:

$P_c$  = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

$m_1$  = masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.

$m_2$  = masa del pesafiltro vacío y tapa, con la muestra sin secar, en g.

$m_3$  = masa del pesafiltro vacío y tapa, con la muestra seca, en g.

### **3.7.1.3 Determinación de fibra**

Se determinará mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 552, 1980). El contenido de fibra de harinas de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_c = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Siendo:

$F_c$  = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

$m$  = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

$m_1$  = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra y seca, en g.

$m_2$  = masa del crisol conteniendo asbestos después de ser incinerado, en g.

$m_3$  = masa del crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.

$m_4$  = masa del crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, después de ser incinerado, en g.

### **3.7.1.4. Determinación de ceniza**

Se determinará mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 520, 1980). El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_3 - m_1)}$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en harina de origen vegetal, en porcentajes de masa.

$m_1$  = masa del crisol vacío, en g.

$m_2$  = masa del crisol con la muestra, en g.

$m_3$  = masa del crisol con las cenizas, en g.

H= porcentaje de humedad en la muestra.

#### **3.7.1.4. Determinación de la acidez titulable**

Se determinará mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 521, 1980). La acidez titulable de harinas de origen vegetal, en base seca se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{490NV}{m(100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Siendo:

A = contenido de acidez en las harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm.

$V_1$  = volumen del alcohol empleado en  $\text{cm}^3$ .

$V_2$  = volumen de la alícuota tomada para la titulación, en  $\text{cm}^3$ .

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra

### 3.7.2. Parámetros microbiológicos

Se determinará mediante técnicas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 616, 2015). Esta norma establece los requisitos microbiológicos que deben cumplir las harinas indicados en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Requisitos microbiológicos

Requisito	Unidad	Caso	N	c	M	M	Método de ensayo
Mohos y levaduras	ufc /g	5	5	2	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
E. Coli	ufc /g	5	5	2	-	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*

**\*Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.**

**Fuente:** (NTE INEN 616, 2015)

**Elaborado por:** La Autora

Donde:

n = Número de muestras del lote que deben analizarse

c = Número de muestras defectuosas aceptables

m = Límite de aceptación

M = Límite de rechazo.

### 3.8. Variables

Para medir la efectividad de los alimentos balanceados a base de proteína vegetal versus las marcas comerciales de balanceado se emplearán los siguientes indicadores como se muestran en la Tabla 23 que serán monitoreados durante un período de 21 a 28 días.

**Tabla 23.** Variables de investigación

<b>Variable Independiente</b>	<b>Variable Dependiente</b>
	Incremento de peso semanal
Harina de Garbanzo, Arroz, Chocho,	Conversión alimenticia
Cáscara de Cacao	Porcentaje de mortalidad
	Rendimiento a la canal
	Análisis de costo beneficio

**Fuente:** Hernández et al. (2014)

**Elaborado por:** La Autora

### **3.9 Factores de estudio**

#### **3.9.1 Incremento semanal de peso.**

Gutiérrez, Guachamin y Portilla (2017) establecen que se debe llevar un registro del peso de los animales cada ocho días utilizando una báscula, para determinar la ganancia de peso de los diferentes tratamientos aplicando la siguiente fórmula.

$$GP = P_f - P_i$$

Dónde:

**GP:** ganancia de peso

**PI:** peso inicial

**PF:** peso final

#### **3.9.2. Conversión alimenticia.**

Gutiérrez et al. (2017) mencionaron que la conversión alimenticia es el resultado del cálculo del alimento consumido dividido para el incremento de peso de los cerdos en cada uno de los tratamientos mediante la fórmula:

$$CA = \frac{AC (kg)}{IP (kg)}$$

Donde:

**CA =** Conversión alimenticia

**AC =** Alimento consumido

**IP** = Incremento de peso

### **3.9.3 Rendimiento a la canal.**

Gutiérrez et al. (2017) señalan que la variable rendimiento a la canal, se la realizará una vez que los animales alcancen el peso comercial mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento a la canal} = \frac{\text{Peso vivo} - \text{Peso vísceras}}{\text{Peso vivo}}$$

El peso comercial generalmente corresponde a los 50 kg. Para unidades comerciales con razas puras inclusive es posible doblar este peso en el mismo período (6 meses) (Producción Animal, 2015).

### **3.9.4. Porcentaje de mortalidad.**

Linstrom, Amanto y Fernández (2016) indicaron que el porcentaje de mortalidad se evalúa mediante el conteo cerdos que mueren por semana y se registrará por grupo, para poder indicar las diferencias entre tratamientos y su efecto mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Número de muertes}}{\text{Población total de cerdos}} \times 100$$

## **3.7. Tratamientos de estudio**

Se considerará la bromatología de los componentes que formarán parte del balanceado tanto en proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos y calorías en la Tabla 24:

**Tabla 24.** Análisis bromatológico

<b>Descripción</b>	<b>Proteína%</b>	<b>Grasa%</b>	<b>Ceniza%</b>	<b>Carb%</b>	<b>kcal/100g</b>
Harina de garbanzo	22.39	6.69	-	57.80	369
Harina de chocho	49.6	27.9	2.6	12.9	458
Harina de arroz	6.2	0.8	0.6	76.9	352
Harina de cáscara de cacao	1.07	0.02	-	7.05	-

**Elaborado por:** La Autora

De acuerdo con la revisión, en la Tabla 25 y Tabla 26 se plantean ejemplos de dietas propuestas en base a los requerimientos técnicos nutricionales previstos para la etapa de engorde de los porcinos:

Monar y Román (2011) en su trabajo de titulación diseñaron 2 dietas experimentales para los cerdos, los productos que utilizaron fueron yuca, plátano, palmiste, polvillo de arroz, soya. Las dos dietas propuestas lograron alcanzar los niveles de proteína, siendo proporcionalmente inverso a los dos balanceados testigos.

### **3.7.1 Formulación de dietas**

La formulación de dietas permitirá combinar de forma equilibrada las propiedades de harina de garbanzo, harina de chocho, harina de arroz y harina de cáscara de cacao para poder suplir el requerimiento nutricional diario del animal. En las Tablas 25 y 26 se presentan dos propuestas de combinaciones.

La selección final de la fórmula del balanceado se obtendrá basado en los requisitos del (NTE INEN 1829, 2014).

**Tabla 25.** Propuesta I de diseño de combinaciones

Detalle	%	Kg	Proteína		Grasa		Fibra	
			Tabla	Calc	Tabla	Calc	Tabla	Calc
Harina de garbanzo	30	30	22.39	6.71	6.69	2.00	10.8	3.24
Harina de arroz	20	20	6.2	1.24	0.8	0.16	0.3	0.06
Harina de chocho	40	40	49.6	19.84	27.9	11.16	7.9	3.16
Harina de cáscara de cacao	10	10	1.07	0.10	0.02	0.00	5.45	0.554
Total		100	27.89		13.32		7	

**Fuente:** Monar y Román (2011)

**Elaborado por:** La Autora

**Tabla 26.** Propuesta II de diseño de combinaciones

Detalle	%	Kg	Proteína		Grasa		Fibra	
			Tabla	Calc	Tabla	Calc	Tabla	Calc
Harina de garbanzo	40	40	22.39	8.95	6.69	2.67	10.8	4.32
Harina de arroz	30	30	6.2	1.86	0.8	1.86	0.3	0.009
Harina de chocho	20	20	49.6	9.92	27.9	5.58	7.9	1.58
Harina de cáscara de cacao	10	10	1.07	0.10	0.02	0.00	5.45	0.554
Total		100	20.73		10.11		6.46	

**Fuente:** Monar y Román (2011)

**Elaborado por:** La Autora

### 3.7.2 Comparación de componentes nutricionales

En la siguiente Tabla 27 se especifican los componentes nutricionales contenidos en las fórmulas propuestas I y II a base de proteína vegetal

haciendo una comparación con dos marcas comerciales de alimento balanceado para engorde.

**Tabla 27.** Análisis comparativo de balanceado comerciales versus fórmulas propuestas

Descripción	Proteína%	Grasa%	Fibra%
<b>Fórmula I</b>	27.89	13.32	7
<b>Fórmula II</b>	20.73	10.11	6.46
<b>Balanceado Wayne</b>	15	10	4
<b>Balanceado Pro cerdos</b>	17	4	7

**Elaborado por:** La Autora

Como se puede apreciar en la Tabla 27, las dietas propuestas de las Formula I y Formula II alcanzan niveles altos de proteína, así como en sus demás componentes.

### 3.8 Análisis Costo – Beneficio

Para determinar los costos de producción del balanceado se considerará el valor unitario por libra de las materias primas; con excepción de la cáscara de cacao que no tendrá ningún costo, ya que es considerada un residuo de la agroindustria generado por las cacaoteras, como se muestra en la Tabla 28:

**Tabla 28.** Costos Materias primas

<b>Materia prima:</b>	<b>Costo Unitario USD/lb</b>
<b>Garbanzo</b>	1.40
<b>Arroz</b>	0.40
<b>Chocho</b>	1.25
<b>Cáscara de cacao</b>	0.00

**Fuente:** Mercados de Guayaquil (MAG, 2020)

**Elaborado por:** La Autora

De acuerdo con las afirmaciones de Amat (2017), los costos de producción están conformados por tres elementos esenciales como son; las materias primas requeridas (insumos), la mano de obra directa (capital humano) y los costos indirectos de fabricación.

Para la determinación del costo de producción de las harinas y el alimento balanceado se realizará mediante las siguientes fórmulas:

- a. **Costo total** = costos fijos + costos variables.
  - b. **Costo Unitario** = costo total/costos fijos + costos variables
- (Amat, 2017). Como sigue en la Tabla 29:

**Tabla 29.** Componentes de los costos totales de la harina

<b>Costos Fijos</b>	<b>Costos Variables</b>
Mano de Obra	Garbanzo
Maquinaria	Arroz
Servicios Básicos (agua, luz)	Chocho
	Cáscara de cacao

**Fuente:** Amat (2017)

**Elaborado por:** La Autora

Para la obtención del balanceado se debe considerar las siguientes variables de costos como se describe en la Tabla 30.

**Tabla 30.** Costos de obtención de alimento balanceado

<b>Costos Fijos</b>	<b>Costos Variables</b>
Mano de Obra	Harina de garbanzo
Maquinaria	Harina de arroz
Servicios Básicos (agua, luz)	Harina de chocho
	Harina de cáscara de cacao

**Fuente:** Amat (2017)

**Elaborado por:** La Autora

Este análisis mide la relación entre el costo de cada porcino producido y el beneficio que se obtenga con la venta de este (Amat, 2017). Se utilizará la hoja de cálculo Excel para la obtención de este.

Los costos de los balanceados se clasifican según la etapa para que el animal lo necesite. Existen los sacos de la etapa de engorde de 40 kg que tienen aproximadamente un costo de USD 35 – USD 40 dependiendo de las marcas.

### 3.8.1 Requerimientos de mano de obra

- **Mano de obra directa:** En este grupo se considerarán a las personas que trabajan directamente en la manufacturación del producto.
- **Mano de obra indirecta:** Este grupo incluye a los técnicos especializados que se requiera durante la producción.
- **Sueldo:** El Comercio (2019), indicó que el gobierno a través del Ministerio de Trabajo se encargó de fijar el salario básico (SB) en el año 2020 se fijó en USD 400 por otra parte, Mingo (2019), en su publicación usó las siguientes fórmulas para determinar la hora de trabajo:

$$SB \div 30 \div 8 = VHT$$

Donde, el sueldo básico se divide para 30 (días) y el resultado se divide para 8 (horas), lo que finalmente da como resultado el valor hora de trabajo, (VHT)

$$SB \div 240 = VHT$$

Donde, el sueldo básico se divide para 240, lo que finalmente da como resultado el valor hora de trabajo (VHT).

Mingo (2019) también menciona que en el artículo 55 del Código de Trabajo, señala que las horas suplementarias tienen un recargo del 50 % de valor hora de trabajo

$$SB \div 240 \times 1.5 = VHS$$

Donde, el sueldo básico se divide para 240 y el resultado se multiplica para 1.5, lo que finalmente da como resultado el valor de la hora suplementaria, (VHS).

### 3.8.2 Requerimientos de maquinarias y equipos

Las maquinarias y equipos que se emplearán en los procesos se las encontrará en el laboratorio de vegetales y plantas de cárnicos y lácteos.

### 3.8.3 Requerimientos de servicios básicos (agua, luz)

De acuerdo con el diario expreso, Sotomayor (2020) menciona que el gobierno fijo una reducción en las tarifas de energía, la resolución contempla una tarifa plana de \$ 0.10 por kilovatio/hora (kwh); mientras que para los sectores industrial comercial se establecerá una disminución del 50 % del valor actual de la tarifa por demanda,

De acuerdo con el diario el expreso, Zambrano (2020) menciona que Interagua en su página Web explica que el agua se paga según el rango de consumo como se indica en la Tabla 31.

**Tabla 31.** Consumo de agua potable por valor de metro cúbico

<b>Agua potable rango de consumo</b>	<b>Valor por metro cúbico/ en dólares</b>
<b>0 – 15</b>	0.32
<b>16 – 30</b>	0.47
<b>31 – 60</b>	0.67
<b>61 – 100</b>	0.93
<b>101 – 300</b>	1.04
<b>301 – 2.500</b>	1.64
<b>2.501 – 5.000</b>	2.12
<b>5.001 o más</b>	3.52

**Fuente:** Zambrano (2020).

**Elaborado por:** La Autora

### **3.8.4 Relación beneficio/costo**

Leand (2012) considera que la relación beneficio/costo es un método de análisis fundamental para proyectos compara de forma directa los beneficios y los costos. Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos también descontados.

Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

- Si  $B/C \geq 1.0$ , indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto es económicamente aceptable.
- Si  $B/C < 1.0$ , indica que los costos son mayores que los beneficios, por lo tanto, el proyecto no es económicamente aceptable.
- Si el valor B/C es igual o está muy cerca de 1.0, indica que los beneficios son iguales a los costos y no reflejara ganancias.

## 4 DISCUSIÓN

A través del planteamiento del estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde se puede señalar que:

De acuerdo con Gómez (2019) los sub- productos agrícolas representan una opción nutritiva en la alimentación de cerdos durante la etapa de engorde, también afirma que esto disminuye los costos de producción y mejorarían los ingresos económicos de los productores. Esto concuerda con Gómez, Mendoza, Uribe, Cardona y Ibargüengoytia, (2001) quienes señalan que, las fuentes alternativas de proteína ofrecen novedosas oportunidades que permiten aumentar la eficiencia del uso de los recursos para alimentación, y posibilitan el aumento de la rentabilidad.

Por su parte, las proteínas de origen vegetal son una principal fuente de proteínas y nutrientes de bajo costo y además son accesibles (Guerrero, Ríos y Betancur 2003). Esto lo corrobora Lema (2019) quien observó que las proporciones de tusa de maíz, afrecho de trigo y soya, en la etapa de engorde, tuvieron un impacto considerable y en costos menores que otros alimentos comerciales.

En cuanto a la proteína, los autores Mwesigwa, Mutetikka, y Kugonza (2013) señalan que los desechos agroindustriales son aprovechables y poseen el potencial de nutrir a los cerdos debido a que son poseen alto contenido de proteínas crudas. Sin embargo Granja, Menéndez, Yeomans, Hernández y Botero (2002) indican que no solo la proteína sino una dieta rica en carbohidratos y grasas tienen un impacto significativo en la flora bacteriana gastrointestinal.

López y Zambrano (2019) manifiestan que la sustitución de harina de olote en la dieta no afectó en los parámetros productivos, siendo una alternativa como ingrediente de bajo costo en la alimentación de cerdos. Estas

ideas las afirman Brea, Ortiz, Elías y Motta, (2014), quienes hacen referencia a que el maíz y la soya son los granos más utilizados en la producción de alimentos balanceados debido a su composición y el aporte de nutrientes que brindan en la formulación de dietas.

Respecto al aprovechamiento de los residuos del cacao, Romero (2017), afirma que los residuos de pos-cosecha de cacao sirven para ser incluidos en la dieta de los cerdos, sin embargo, Castillo, Álvarez, & Contreras, (2018) señalan es necesario mejorar las medidas de extracción de la cáscara para aumentar su rendimiento, por lo que, Silva (2016) manifiesta que hasta un 15 % es apropiado en la mezcla de fórmulas, y este porcentaje mejora las propiedades nutritivas y el comportamiento productivo.

De igual manera, en relación con los alimentos balanceados, Amaya (2020) determinó los rendimientos de balanceados comerciales empleando aditivos en la etapa de alimentación de cerdos de engorde. Sin embargo, Jaramillo y Gallego, (1998) señalan que regularmente la industria de alimentos balanceados ya agrega distintos aditivos a sus fórmulas, aunque están basadas principalmente en productos agrícolas. A diferencia de los alimentos de mezclas de harinas que proporcionan los requerimientos nutricionales necesarios sin emplear estos aditivos.

De acuerdo con lo especificado por Almaguel et al. (2011) los componentes significativos para obtener beneficiosos índices de conversión alimenticia son aquellos que son altos en proteínas, por lo que las raciones deben ser suplidas incluyendo minerales para equilibrar la ración total. En la actualidad, el mercado cuenta con un sin número de materias primas de origen vegetal que poseen altos niveles nutricionales, a las cuales no se le ha dado un valor agregado para potenciar sus beneficios y propiedades ya que no son tan conocidos, muchos de estos alimentos son ricos en proteínas, no poseen colesterol y pueden ser utilizados en una dieta equilibrada para mantener un buen funcionamiento del organismo.

Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2014) indicó en sus informes que una nutrición adecuada es fundamental para una exitosa producción porcina debido a que la alimentación representa entre un 60 % y un 70 % de los costos de producción. Sin embargo, Gómez et al. (2001) sugirieron que las fuentes alternas de proteína dan oportunidades para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos para alimentación y ofrecen interesantes posibilidades para incrementar la rentabilidad.

Brea et al. (2014) por su parte mencionan que el alza constante de los precios de los granos y cereales ha obligado a diversos estados a buscar alimentos alternativos destinados al consumo animal. El maíz y la soya son los granos más utilizados en la producción de alimentos balanceados, buscar nuevas fuentes de alternativas posibilita a que los productores, especialmente los campesinos, puedan incrementar la productividad, además de incrementar sus ingresos. Por lo antes mencionado el uso de harina de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao para la alimentación de cerdos brinda buenos resultados a la economía de los fabricantes y se obtiene una buena conversión alimenticia.

Jaramillo y Gallego (1998) mencionan que la industria de alimentos balanceados es la que transforma principalmente productos agrícolas para convertirlos en dichos alimentos compuestos por fuentes de proteínas y otros nutrientes. Carrión et al. (2001) en su estudio mencionaron que la nutrición juega un papel importante en la reproducción de todos los animales, dependiendo de la disponibilidad de recursos alimenticios y fisiología animal.

## **5 RESULTADOS ESPERADOS**

### **5.1. Académico**

El estudio comparativo del balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus balanceados comerciales para la etapa de engorde proporcionará información sobre las ventajas del uso de nuevas alternativas y las posibles combinaciones para la creación de un alimento balanceado para cerdos.

### **5.2. Técnico**

Con su desarrollo se conocerán los parámetros a seguir para la elaboración de un balanceado más natural con menores costos, sin perder la calidad técnica que asegure el rendimiento adecuado de los porcinos.

### **5.3. Económico**

El análisis costo beneficio, permitirá comprender de mejor manera la ventaja de trabajar con un balanceado con un menor costo, buscando un beneficio futuro para los porcicultores al tener más alternativas para la alimentación de sus animales.

### **5.4. Participación Ciudadana**

Mediante la realización de la investigación se dará a conocer a los productores el valor nutritivo de otras alternativas de alimentos y en el futuro asesorarlos para su realización implementando estas materias primas económicas.

### **5.5. Científico**

Este aspecto considerará los factores químicos y fisiológicos que deben tener las materias primas del balanceado natural, con la finalidad de que complementen la nutrición requerida para los cerdos en etapa de engorde.

## **5.6. Tecnológico**

Se buscará implementar el uso de nuevas materias primas para la fabricación del alimento balanceado para cerdos para lograr tener más variedad en el mercado existente.

## **5.7. Social**

Mejorará la calidad de la carne porcina, de tal forma que, los consumidores tendrán la oportunidad de adquirir alimentos en buen estado, con un nivel adecuado nutricional y que sean seguros.

## **5.8. Ambiental**

Disminuirá la cantidad de desechos agroindustriales mediante la aplicación de valor agregado y promover el uso de estos productos para la elaboración del balanceado.

## **5.9. Cultural**

Permitirá innovar en el mercado utilizando y mezclando nuevos ingredientes.

## **5.10. Contemporáneo**

Promoverá el uso de nuevos ingredientes dentro del procesamiento de alimento balanceado para cerdos para una mejor alimentación de los animales.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- Respecto a la caracterización física, química y microbiológicamente el garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao para su uso en la obtención de harinas se concluyó que estas materias primas de forma individual no cumplen con los requerimientos nutricionales necesarios, sin embargo, tienen gran potencial al ser combinados entre sí.
- En lo que refiere a la metodología para la obtención de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao se establecieron los parámetros para cumplir con los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana. De igual modo, se especificaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las harinas obtenidas.
- También se propusieron dos fórmulas de harinas para la obtención de alimento balanceado cumpliendo con las especificaciones para la etapa de engorde de cerdos para ser comparadas con los resultados obtenidos en relación con los cerdos alimentados con alimento comercial.
- Se estableció la metodología para determinar la relación beneficio-costo de la producción de este tipo de alimento y se concluyó que emplear las mezclas propuestas de harina reducirían los costos e incrementarían la rentabilidad.

### **6.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar otro estudio para determinar la influencia de las condiciones el proceso de elaboración de las harinas, en lo que se refiere al tamaño, uniformidad de las partículas, temperatura, entre otros indicadores y cómo estas pueden afectar los rendimientos de estos alimentos.

- De igual manera se recomienda realizar un estudio toxicológico de las diferentes harinas de origen vegetal y cómo las combinaciones empleadas para la alimentación de cerdos en la etapa de engorde se ven afectadas por el procesamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, M., Castrillo, W., y Belmonte, U. (2006). Trabajo especial: Origen, evolución y diversidad del arroz. . *Agronomía Tropical*, Vol 56, 151-170.
- Aguilar, V. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 25-34.
- Amat, O. (2017). *Ratios sectoriales: Cuentas anuales (balances y cuentas de resultados)*. España: Profit.
- Apunte, G., y León, G. (2013). *Utilización de harina de chocho (Lupinus Mutabilis) como ingrediente en la elaboración de pan*. Guayaquil, Ecuador: Tesis de grado: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición*. Caracas: Episteme.
- Asociación de Porcicultores del Ecuador, ASPE. (2010). *Primer censo porcino*. Obtenido de <http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. México D. F.: Grupo Editorial Patria S. A de C. V.. Tercera Edición.
- Campabadal, C. (2009). *Guía técnica para alimentación de cerdos: Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Costa Rica: Edición Técnica SUNII.
- Castillo Eury, A. C. (2018). Caracterización físicoquímica de la cascara del fruto de un clon de cacao. *Universidad pedagógica experimental libertador*, redalyc.org.
- Chachapoya, D. (2014). *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el Cantón Cevallos*. Quito, Ecuador: Tesis de grado: Escuela Politécnica Nacional.

- Chinchilla, M., Chi, H., y Carrillo, C. (1998). *Producción Semi-Intensiva De Cerdos Y Uso De Desechos para Generar Energía*. Venezuela: IICA.
- Climate - Data. (agosto de 2020). *Climate-data.org*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/>
- Cristina, M. (2016). La Siembra del chocho es la mas rentable. *Lideres* , [revistalideres.ec/lidres/siembra-choco-produccion-chimborazo.html](http://revistalideres.ec/lidres/siembra-choco-produccion-chimborazo.html).
- Dagoberto, D. H. (2019). *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* . Mexico: Omnia publisher SL.
- DatanAlysis. (2020). *Datanalysis.cl*. Obtenido de <http://datanalysis.cl/web2/design-expert/>
- Díaz, A. (2009). *Diseño estadístico de experimentos 2a Ed*. Colombia: Universidad de Antioquía.
- Enríquez, G. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao*. Turrialba, Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE.
- Espinoza, D. (2012). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la crianza, engorde y faenamiento de cerdos en la Parroquia de Pifo* . Quito, Ecuador: Tesis de grado: Universidad Central del Ecuador.
- Franco, A., Guillén, P., y Pérez, S. (2019 ). Análisis de purines de tres sistemas de alimentación de cerdos de engorde o ceba en el cantón Pedro Carbo e Isidro Ayora de la provincia del Guayas. . *DELOS: Desarrollo Local Sostenible, Vol. 12*, 18.
- García, A., Ortega, Y., Yagüe, A., González, J., y Artiga, C. (2012). Alimentación práctica del cerdo. . *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, Vol. 6*, 21.

Gómez, L. (2019). *Identificación de tres sub-productos agrícolas como una alternativa nutricional en la producción de cerdos durante la fase final de engorde*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Tesis de grado.

Google Maps. (agosto de 2020). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Facultad+T%C3%A9cnica+UCSG,+Guayaquil+090615/@-2.182761,-79.9060603,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x902d6de445e3296d:0x212655baecd3c363!8m2!3d-2.182761!4d-79.9038716>

Granja, M., Menéndez, O., Yeomans, J., Hernández, C., y Botero, R. (2002). *Estabilización anaeróbica de desechos de comida para la elaboración de suplementos alimenticios para cerdos*. Costa Rica: Tesis de Doctorado: Universidad Earth.

Gutiérrez, F., Guachamin, D., y Portilla, A. (2017). Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (*Sus scrofa domestica*) Nanegal-Pichincha. LA GRANJA. . *Revista de Ciencias de la Vida, Vol. 26*, 142-154.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.

Herrera, L. (2010). *Estudio de la implementación de una planta procesadora de balanceado para cerdos (Sus scrofa domestica) aprovechando las instalaciones y maquinaria subutilizada en la empresa agroganadero en el cantón Quero*. . Ambato, Ecuador: Tesis de grado: Universidad Técnica de Ambato.

Infoagro. (2002). *El cultivo de garbanzo*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>

Instituto Nacional Tecnológico INATEC. (2016). *Manual del Protagonista Nutrición Animal*. Obtenido de

[http://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual\\_de\\_Nutricion\\_Animal.pdf](http://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf)

Jacobsen, S. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*. . Ecuador: Abya Yala.

Lerma, H. (2016). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.

Lindstrom, D., Amanto, F., y Fernández, M. (2016). *Efecto del confinamiento de cerdos en la etapa de desarrollo en una granja de sistema mixto*.

Machuca, M., y Meyhuay, J. (2017). *Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (Oryza sativa) y harina de lenteja (Lens culinaris)*. Perú: Tesis de grado: Universidad Nacional del Centro de Perú.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (agosto de 2020). *Sistema de Información Pública Agropecuaria*. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/precios-mayoristas>

Molinos Champions S.A. (2020). *Finalizador Fase 1*. Obtenido de <https://www.molinoschampion.com/porcicultura/finalizador-1-y-2/>

Mwesigwa, R., Mutetikka, D., y Kugonza, D. (2013). Performance of growing pigs fed diets based on by-products of maize and wheat processing. . *Tropical animal health and production, Vol. 45*, 441-446.

NTE INEN 518. (1980). *Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento*. Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 519. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína* . Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 520. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de las cenizas*. Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 521. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable*. Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 552. (1980). *Harina de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda*. Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 616. (2015). *Harina de trigo. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014). *Nutrición y alimentos*. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AP\\_nutrition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AP_nutrition.html)

Padilla, M. (2007). *Manual de Porcicultura*. . San José, Costa Rica.: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Pincioli, M. (2011). *Proteínas de arroz: propiedades estructurales y funcionales* . Argentina: Tesis Doctoral: Universidad Nacional de La Plata.

Producción Animal. (28 de febrero de 2015). *Producción Animal*. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/160-MANUAL\\_DE\\_PORCINOS.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/160-MANUAL_DE_PORCINOS.pdf)

Programa Nacional Sanitario Porcino. (2013). Registro Oficial No. 593 - Viernes 9 de Diciembre de 2011 SUPLEMENTO Última modificación: Miércoles, 17 de julio de 2013. *Registro Oficial* .

Pronaca. (2020). *ProCerdos Engorde*. Obtenido de <https://www.procampo.com.ec/index.php/procerdos-cerdos-engorde-120-plus>

Romero, R. (2017). *Caracterización bromatológica y microbiológica de la harina con base en cáscaras de cacao (Theobroma cacao L.), para la elaboración de galletas*. . Quevedo, Ecuador: Tesis de grado: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

- Rondón, J., y Cumana, L. (2005). Revisión taxonómica del género *Theobroma* (STERCULIACEAE) en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, Vol. 2, 113-133.
- Salazar. (2008). *Montaje y puesta en marcha de una planta de alimento balanceado con capacidad de 3 tn/h*. Lima, Perú.: Tesis de grado: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Salazar. (2017). Relevancia de las pérdidas endógenas de nitrógeno en la nutrición de cerdos. *Nutrición animal tropical*, Vol. 11, 74-97.
- Santomá, G. (1997). Factores que influyen sobre el rendimiento de la canal: Efecto de la fibra sobre el rendimiento de la canal. *Máximo de Fibra en cerdos en cebo*, 13.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1980). *INEN AL 06.01-324*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/540.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1980). *INEN AL 06.01-325*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/541.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1980). *INEN AL 06.01-326*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/542.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1980). *INEN AL 06.01-328*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/544.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1981). *INEN AL 06.01-331*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/547.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1983). *INEN AL 06.01-327*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1060.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1983). *INEN AL 06.01-329*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1062.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1984). *INEN AL 06.01-330*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1063.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2007). *NTE INEN-ISO 2171*. Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_2171\\_extracto.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_2171_extracto.pdf)

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2012). *NTE-INEN-522*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/218622901/NTE-INEN-522-2012fibra-Cruda-Harina#:~:text=NTE%20INEN%20522%3A2012%20Segunda%20edicin&text=OBJETO%201.1%20Esta%20norma%20establece,en%20harinas%20de%20origen%20vegetal.&text=Es%20el%20residuo%20insoluble%20obtenid>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 1529-10:2013*. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1529-10-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf)

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 521* . Obtenido de <https://181.112.149.204/buzon/normas/521-1R.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN-ISO 11085:2013* . Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_11085.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_11085.pdf)

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN-ISO 20483:2013*. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_20483.extracto.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_20483.extracto.pdf)

- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN-ISO 712:2013* .  
Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-iso-712.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *NTE INEN 1529-8*. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1529-8-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-8-1.pdf)
- Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN. . (2011). *NTE INEN 3050: Harina de Arroz. Requisitos*. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_3050.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3050.pdf)
- Servicio Nacional de Normalización, INEN. (2014). *NTE INEN 1829*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1829-1.pdf>
- Solórzano, R. (2005). *Alimentación básica del cerdo*. Ecuador: Edifarm.  
Obtenido de [https://quickvet.edifarm.com.ec//pdfs/articulos\\_tecnicos/ALIMENTACION%20BASICA%20CERDO.pdf](https://quickvet.edifarm.com.ec//pdfs/articulos_tecnicos/ALIMENTACION%20BASICA%20CERDO.pdf)
- Suárez, D. (2005). *Guía de procesos para la elaboración de harinas, almidones, hojuelas deshidratadas y compotas*. Colombia: Convenio Andrés Bello.
- Torres, M. (2015). *Elaboración y Evaluación Nutricional de un Cupcake a base de harina de Achira (Canna\_ edulis) fortificado con harina de Garbanzo (Cicer arietinum l) y Papaya (Carica papaya)*. Chimborazo, Ecuador: Tesis de grado: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (14 de Febrero de 2013). Recuperado el 07 de 09 de 2020, de [olimpia.cautitlan2.unam.mx/semillas](http://olimpia.cautitlan2.unam.mx/semillas)



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pita Vargas Melanie Solange** con C.C: # **0926351529** autor/a del trabajo de titulación: **Estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **17 de septiembre de 2020**

f. \_\_\_\_\_  
Nombre: **Pita Vargas Melanie Solange**  
C.C: **0926351529**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde		
<b>AUTOR(ES)</b>	Melanie Solange Pita Vargas		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M. Sc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agroindustrial		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniera Agroindustrial		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	17 de septiembre de 2020	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	83
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Innovación de productos, desarrollo de productos, procesamiento de alimentos		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Alimento, cerdos, producción, proteínas, nutrientes.		
<b>RESUMEN</b>	<p>Este proyecto se enfoca en el estudio comparativo del alimento balanceado obtenido con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde, realizando un análisis de las propiedades físicas y microbiológicas al igual que los requerimientos de acuerdo con la norma técnica nacional vigente. El diseño experimental se llevará a cabo mediante la alimentación de 20 cerdos con las fórmulas propuestas y los alimentos comerciales, utilizando los indicadores; incremento de peso semanal, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y rendimiento a la canal para luego determinar los rendimientos y analizar la relación costo- beneficio. Con el fin de crear una alternativa para los residuos agroindustriales, que pueden aprovecharse adecuadamente para la alimentación de los animales siempre que las combinaciones sean las adecuadas y estén ajustadas a los requerimientos técnicos necesarios. Considerando que las proteínas de origen vegetal son una fuente accesible, nutritiva, de bajo costo y fácil digestión razón y por lo tanto lograr mejorar la rentabilidad de los productores.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-984485332	<b>E-mail:</b> melaniepitav@outlook.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Noelia Caicedo Coello M. Sc.		
	<b>Teléfono:</b> +593- 987361675		
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			