

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



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:  
INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN CRECIMIENTO  
ALIMENTADOS CON ENSILADO DE TUBÉRCULOS Y FOLLAJE DE PAPA  
CHINA (*Colocasia esculenta* L. Schott) TRATADO CON VINAZA”.

**AUTORES:**  
ZOILA CAROLINA GAVILANES RUIZ  
MAGALY ROCIO ASITIMBAY CAGUANA

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**  
Dr. C. WILLAN ORLANDO CAICEDO QUINCHE, PhD

PUYO-ECUADOR  
2019-2020



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Gavilanes Ruiz Zoila Carolina, con cédula de identidad 0604833723, y Asitimbay Caguana Magaly Rocio, con cédula de identidad 0604545509, declaramos que las actividades realizadas para la ejecución y culminación del presente proyecto de investigación y desarrollo, que tiene como tema **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON ENSILADO DE TUBÉRCULOS Y FOLLAJE DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta* L. Schott) TRATADO CON VINAZA”**, se basaron en la búsqueda de información, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones que nos guiaron para estructurar nuestro trabajo y sea considerado para posibles investigaciones futuras, basándose en los resultados obtenidos; además queda bajo nuestra responsabilidad en forma legal y académicamente como autores del presente trabajo previo a la obtención del título como Ingenieras Agropecuarias.

### Autores

---

Gavilanes Ruiz Zoila Carolina  
C.I. 0604833723

---

Asitimbay Caguana Magaly Rocio  
C.I. 0604545509

## **CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Por medio de presente, yo Dr C. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD con C.I. 1600446114 alego que las jóvenes; Gavilanes Ruiz Zoila Carolina y Asitimbay Caguana Magaly Rocio, egresadas de la carrera Ingeniería Agropecuaria por la Universidad Estatal Amazónica, realizaron el proyecto de investigación y desarrollo titulado: **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON ENSILADO DE TUBÉRCULOS Y FOLLAJE DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta* L. Schott) TRATADO CON VINAZA”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria bajo mi supervisión.

---

Dr C. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

El proyecto de investigación y desarrollo, titulado: **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON ENSILADO DE TUBÉRCULOS Y FOLLAJE DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta* L. Schott) TRATADO CON VINAZA”**, fue aprobado por siguientes miembros del tribunal.

---

Dra C. María Isabel Viamonte Garcés  
Presidente del Tribunal

---

Dra. Verónica Andrade  
Miembro del Tribunal

---

Dr. MVz. David Sancho, PhD  
Miembro del Tribunal

## **Agradecimiento**

Agradecemos ante todo a Dios, y con sentimiento de gratitud expresamos nuestro agradecimiento a la “Universidad Estatal Amazónica-Facultad Ciencias de la Tierra” y a todo su cuerpo docente por sus sabias enseñanzas en nuestra formación profesional. Además, un profundo agradecimiento a todos quienes nos colaboraron en la realización del presente trabajo; y en especial reconocimiento al Dr. C. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD, director del proyecto quien nos supo guiar y apoyar para que este trabajo resulte lo mejor posible.

## **Dedicatoria**

A Dios por habernos permitido alcanzar todo lo propuesto y mostrarnos que con su infinita bondad todo es posible.

A nuestras madres Jenny Caguana y Nelly Ruiz por darnos la vida y apoyarnos en todo momento con sus atenciones, sus cuidados, sus valores y sobre todo con su infinito amor.

A nuestros padres Angel Asitimbay y José Gavilanes quienes siempre nos apoyaron y estuvieron a nuestro lado aun en las circunstancias difíciles pudimos contar con ellos y demostrarnos que con la fe y con Dios en el corazón todo es posible.

A nuestras queridas amigas María Saca y Kely Cachago con las que siempre compartimos tristezas y alegrías a lo largo de la carrera y que les consideramos como hermanas.

# TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación del problema.....	3
1.4. Formulación del problema .....	3
1.5. Objetivos .....	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II .....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
2.1. Papa china ( <i>Colocasia esculenta</i> L. Schott) .....	4
2.1.1. Taxonomía.....	4
2.1.2. Composición química del tubérculo.....	5
2.2. Producción de papa china en Ecuador .....	5
2.2.1. Lugares de producción de papa china en el Ecuador.....	6
2.2.2. Países exportadores de papa china.....	6
2.3. Metabolitos secundarios.....	6
2.3.1. Principales metabolitos secundarios.....	7
2.4. Vinaza .....	9
2.4.1. Uso de la vinaza en la alimentación animal .....	10
2.5. Producción porcina a nivel mundial.....	10
2.5.1. Producción porcina en Ecuador .....	11
2.5.2. Fisiología digestiva del cerdo .....	11
2.6. Manejo de alimentación en la etapa de crecimiento .....	12
2.7. Los ensilados .....	12
2.7.1. Uso del ensilaje en la alimentación del porcino.....	14
CAPÍTULO III .....	15
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3.1. Localización .....	15
3.2. Tipo de investigación.....	15
3.3. Método de investigación.....	15
3.3.1. Elaboración del ensilaje de tubérculos y follaje de papa china .....	15
3.3.2. Análisis del ensilado en el laboratorio .....	16
3.4. Diseño de investigación.....	18
Capítulo IV.....	19

4. Resultados Y DISCUSIÓN .....	19
CAPITULO V .....	25
5. CONCLUSIONES .....	25
6. RECOMENDACIONES .....	25
CAPÍTULO VI .....	26
7. Bibliografía .....	26
CAPÍTULO VII .....	32
8. ANEXOS.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa china. ....	4
Tabla 2. Composición química de los tubérculos de papa china (base fresca). ....	5
Tabla 3. Composición química de la vinaza. ....	10
Tabla 4. Formulación del ensilaje de tubérculos y follaje de papa china tratados con vinaza. ....	16
Tabla 5: Inclusión de la materia seca aplicado en la dieta del tratamiento control (T0) y tratamiento 1. ....	18
Tabla 6. Composición química del ensilado de tubérculos y follaje de papa china tratados con vinaza. ....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Promedio del peso inicial de los cerdos por semana.....	20
Figura 2: Promedio del consumo de alimento diario por semanas.....	21
Figura 3: Promedio de la ganancia de peso diaria por semana.....	22
Figura 4: Promedio de la conversión alimentaria por semanas.....	23
Figura 5: Promedio del peso final por semanas. ....	24

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Preparación de las materias primas para la elaboración del ensilaje. ....	32
Anexo 2: Determinación de los componentes químicos del ensilaje en el laboratorio. ....	33
Anexo 3: Manejo de los animales. ....	35
Anexo 4: Evaluación del comportamiento productivo de los cerdos en estudio. ....	35

## Resumen

El presente trabajo se realizó en la granja porcícola “Buena Esperanza” ubicada en la provincia de Pastaza, cantón Santa Clara km 31 vía al Tena y en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, para determinar el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con ensilado de tubérculo y follaje de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) tratados con vinaza, para el efecto en muestras de ensilado se comprobó: pH, Materia Seca, Proteína, Fibra, Grasa, Cenizas, Extractos Libres de Nitrógeno, Energía bruta y se determinó los indicadores productivos (ganancia de peso, consumo, conversión y peso final) de los cerdos en crecimiento, se trabajó con 16 cerdos entre hembras y machos (1:1) de la raza Landrace x Blanco Belga con un peso entre  $12 \pm 2$  kg, de 45 días, los cuales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, y se alimentaron por 30 días, con 2 dietas: control y 50 % de ensilado de papa china. El ensilado presentó altos contenidos de Materia Seca (30,91 %), Proteína bruta (12,07 %), Extractos libres de nitrógeno (77,03 %), Energía bruta (4277,47 kcal/kgMS) y bajos niveles de Fibra bruta (3,24 %), Cenizas (4,74 %) y Grasa (2,89 %). El mayor consumo de alimento (1,54 kg/día), ganancia de peso (0,67 kg/día) y conversión alimentaria (2,04 kg/kg) presentaron los cerdos del tratamiento control en las semanas 3 y 4, sin embargo, no se observó efecto para el peso final durante el estudio a una significancia de ( $P > 0,05$ ). Se concluye que el ensilado de follaje y tubérculos de papa china presentó un apreciable contenido de nutrientes y no afectó el peso final de los animales constituyendo una fuente de alimento alternativa para esta categoría.

**Palabras claves:** fermentado, índices productivos, lechones.

## Summary

The present work was carried out in the “Good Hope” pig farm located in Pastaza province, Santa Clara canton km 31 via al Tena and in the bromatology laboratory of the Amazon State University, to determine the productive behavior of fed growing pigs With tuber silage and Chinese potato foliage (*Colocasia esculenta* L. Schott) treated with vinegar, for the effect on silage samples it was found: pH, Dry Matter, Protein, Fiber, Fat, Ash, Nitrogen Free Extracts, Gross Energy and the productive indicators (weight gain, consumption, conversion and final weight) of the growing pigs were determined, we worked with 16 pigs between females and males (1: 1) of the Landrace x Belgian White breed with a weight between 12 +2 kg, 45 days, which were randomly divided into two groups, and fed for 30 days, with 2 diets: control and 50% silage of Chinese potato. The silage presented high contents of dry matter (30.91%), crude protein (12.07%), nitrogen-free extracts (77.03%), gross energy (4277.47 kcal / kgMS) and low levels of fiber Gross (3.24%), Ashes (4.74%) and Fat (2.89%). The highest feed consumption (1.54 kg / day), weight gain (0.67 kg / day) and food conversion (2.04 kg / kg) presented the pigs of the control treatment at weeks 3 and 4, without However, no effect was observed for the final weight during the study at a significance of ( $P > 0.05$ ). It is concluded that the silage of foliage and tubers of Chinese potatoes presented an appreciable nutrient content and did not affect the final weight of the animals, constituting an alternative food source for this category.

**Keywords:** fermented, productive indices, piglets.

# CAPÍTULO I

## **1. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, la población porcina ha tenido un crecimiento muy sostenido en los últimos años, el rápido avance en la tecnología de la producción, en la nutrición y en el mejoramiento genético de esta noble actividad, hace que la misma, sea una fuente de ingresos económicos importantes para el hombre (Villalba, 2010). La alimentación del cerdo representa alrededor del 70 % del costo de producción, siendo influenciado principalmente por el precio de los cereales y de las oleaginosas, debiendo trabajar en la optimización del mismo (Labala, 2012). El alto costo de los granos es cada vez más frecuente, lo que ha representado un aumento muy significativo en los costos de los alimentos balanceados usados en el sector porcino.

En Ecuador, existen alimentos alternativos viables para la alimentación animal como son la utilización de productos y subproductos agroindustriales entre los que se pueden encontrar las raíces, tubérculos de papa china, caña de azúcar, mieles, residuos de destilería, pasturas, harinas de leguminosas y gramíneas siendo utilizados como alimentos alternativos. Sin embargo, por sus características perecederas es necesario aplicar técnicas o tratamientos, como son la fermentación sólida, así también se pueden reducir costos de producción y usar de manera adecuada subproductos altamente contaminantes para el medio ambiente como alimento alternativo animal (Vázquez y Cuña, 2016).

En el cantón Pastaza, la mayoría de porcicultores utilizan como alimento alternativo la papa china, en su forma fresca, sin ningún tratamiento por la falta de conocimiento en las técnicas de conservación de estos productos. Por lo tanto, esto provoca irritación y sensación de ardor en la boca y garganta en los animales por los altos contenidos de cristales de oxalatos de calcio presentes en los tubérculos y follaje de la papa china cuando son consumidos en estado natural (Jáuregui y Moreno, 2004).

Por otra parte, las vinazas son los residuos líquidos que se obtienen al destilar el producto de la fermentación alcohólica del guarapo fermentado de la caña de azúcar. Dentro de sus características, su color puede variar de marrón a negro, además de presentar un olor fuerte, un pH ácido y una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que oscila entre 70 y

80 gramos/litro (Pérez y Garrido, 2006). De forma general, las vinazas son eliminadas en fuentes hídricas, lo que genera una gran cantidad de impactos negativos, como la eutrofización y la contaminación de ríos, fuentes de agua subterráneas y mares cercanos a este tipo de industrias. Por lo tanto, la preocupación por la contaminación generada al medio ambiente, en los últimos años ha estado asociada a búsqueda de nuevas soluciones y estrategias para el uso sostenible de las vinazas. Para mitigar esos efectos algunos investigadores incluyen en la formulación de los ensilados a las vinazas, las mismas que ayudan a reducir rápidamente el pH de la materia hasta estabilizarlo, logrando un producto de buena calidad para uso en la alimentación animal (Naranjo, 2014).

## **1.2. Planteamiento del problema**

En la actualidad las actividades productivas que se dedican a la explotación porcina depende en gran porcentaje de la alimentación, es así que al consumir un alimento balanceado convencional de las marcas existentes debido a sus altos costos, el productor tiene un margen de ganancia mínima, por tanto con la búsqueda de alimentos que puedan sustituirse o remplazarlos se logre generar un gran ahorro de recursos en la alimentación, entre los que se pueden citar los tubérculos y follaje de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) los mismo que posee altos contenidos de almidón y fibra dietética.

Los desechos originarios de la industria azucarera como la vinaza y derivados pueden convertirse en alimento alternativo para los animales, por su alto valor nutritivo y bajos costos económicos por otra parte estos desechos provocan un impacto negativo al medio ambiente al ser utilizados de manera incorrecta. Según estudios realizados con la vinaza de destilería en cerdos de crecimiento se pudo observar que existe un incremento en la ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia, de la misma manera que se observaron ventajas económicas.

### **1.3. Justificación del problema**

Los altos costos en los balanceados de los cerdos generan una insatisfacción para el productor es por ello que por la falta de conocimientos y manejo de alimento alternativo el productor tiende a la mala utilización del mismo. Por tal motivo se pretende generar una opción de alimento alternativo para los cerdos en crecimiento a través del empleo de tubérculos y follaje de papa china en combinación con vinaza, el cual ayudaría a cubrir una parte de los requerimientos nutritivos del cerdo, para mitigar los costos de alimentación.

### **1.4. Formulación del problema**

¿Es posible el uso de tubérculos y follaje de papa china procesada en forma de ensilaje tratado con vinaza para la alimentación de cerdos en crecimiento sin afectar su comportamiento productivo?

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

- ❖ Determinar el comportamiento productivo de cerdos alimentados con ensilado de tubérculos y follaje de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) tratado con vinaza.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- ❖ Establecer las características químicas (pH, Materia Seca, Proteína, Fibra, Grasa, Cenizas, Extractos Libres de Nitrógeno y Energía) del ensilado de tubérculos y follaje de papa china.
- ❖ Determinar los indicadores productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimentaria y peso final) en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado de papa china.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott)

La *Colocasia esculenta* L. Schott, es una planta tropical usada como tubérculo vegetal comestible. Como en todas las legumbres, las hojas de taro son ricas en vitaminas y minerales. Con buena fuente de tiamina, riboflavina, hierro, fósforo, y zinc, y un excelente recurso de vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre, y manganeso. Los tubérculos son muy altos en almidón, y de buena fuente de fibra dietética, vitamina B6, y manganeso, el ácido oxálico puede estar presente en el taro y especialmente en la hoja (Arcos, 2014).

##### 2.1.1. Taxonomía

Según (Matthews, 2004) la clasificación taxonómica de la papa china se detalla de la siguiente manera

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa china.

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Alismatales
Familia	Araceae
Subfamilia	Aroideae
Tribu	Colocasieae
Genero	Colocasia
Especie	C. esculenta
Nombre científico	<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott

## 2.1.2. Composición química del tubérculo

En la Tabla 2 se muestra los datos de la composición química de los tubérculos de papa china en base fresca.

Tabla 2. Composición química de los tubérculos de papa china (base fresca).

Indicadores	%
Humedad	69,1
Materia seca	26,2
Cenizas	4
Fibra dietética	1,7
Almidón	77
Azúcares simples	0,5
Grasa	0,10
Proteína	8,7
Extractos libres de nitrógeno	85,2
Energía, Kjoule/100g	480

Fuente de los datos: (Catherwood *et al.*, 2007).

## 2.2. Producción de papa china en Ecuador

La producción de papa china en el Ecuador ocupa una superficie de 419 hectáreas cultivadas en la cual la provincia de Pastaza cuenta con 100 hectáreas sembradas con un alto consumo. En los últimos años, en la amazonia ecuatoriana se observa un incremento del 10 % anual de la superficie, debido al interés del mercado internacional especialmente de Centro América y de Asia. Actualmente en la provincia de Pastaza, parroquia Teniente Hugo Ortiz, existe la asociación de productores de papa china, en la cual se lleva a cabo un proyecto conjuntamente con el MAGAP, las instalaciones se encuentran en las inmediaciones del km 18 de la vía Puyo-Tena, donde está el centro de acopio de la papa y la planta de producción de harina y chifles (MAGAP, 2014).

### **2.2.1. Lugares de producción de papa china en el Ecuador**

Este tubérculo se produce y cosecha en diferentes provincias de la Costa y Oriente, siendo la mayor producción en las provincias de: Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos (Quevedo, Chone), Esmeraldas, Pastaza, Morona Santiago y Napo (MAGAP, 2015). En las parroquias Teniente Hugo Ortiz, El Triunfo, Fátima, San José y en los alrededores de Puyo, los productores se han dedicado a la producción de este tubérculo para fortalecer su economía familiar. Muchos de estos agricultores integran la Corporación Artesanal de Productores de Papa China de Pastaza (El telégrafo, 2013).

### **2.2.2. Países exportadores de papa china**

Los países que exportan malanga son Costa Rica, Nicaragua y Ecuador que en conjunto no superan las 15 mil toneladas, debido a lo cual existe un déficit de exportación de 50 %. Los principales países exportadores de papa china son: Brasil, China y Ghana. En primer lugar se encuentra Brasil con el 38 %, seguido por China 32 %, Ghana 15 %, Costa de Marfil 10 %, Jamaica 3 % y Panamá 2 %. Esto ofrece una importante oportunidad para México para ubicarse como un proveedor de malanga hacia los Estados Unidos, aprovechando la ventaja de su ubicación geográfica estratégica (Andrade, 2012).

## **2.3. Metabolitos secundarios**

Las defensas químicas de las plantas han sido consideradas usualmente como metabolitos secundarios, porque aunque son importantes para la interacción de la planta con su entorno, no son indispensables para la vida de las mismas (Ringuelet y Viña, 2013).

Los FANs son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros, o en algunos casos, productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, pero que en dosis altas limitan el consumo de alimentos por los animales, lo que los convierte en FANs (Suárez y Barrera, 2016).

Los factores anti-nutricionales (FANs) se definen como aquellas sustancias generadas por el metabolismo natural de las especies vegetales y que por diferentes mecanismos ejercen

efectos contrarios a la nutrición óptima de los animales por la disminución del metabolismo digestivo (Suárez y Barrera, 2016).

De acuerdo a (Caicedo, 2016) entre los principales metabolitos secundarios se encuentran:

- ❖ Compuestos fenólicos
- ❖ Taninos
- ❖ Saponinas
- ❖ Alcaloides
- ❖ Proteasas
- ❖ Oxalato de calcio
- ❖ Inhibidores de alfa-amilasa
- ❖ Inhibidores de tripsina y quimo-tripsina

## **2.3.1. Principales metabolitos secundarios**

### **2.3.1.1. Oxalato de calcio**

Oxalato de calcio. Es un cristal iónico casi insoluble en agua, de fórmula  $\text{Ca}(\text{COO})_2$  o  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , compuesto por un ion de calcio  $\text{Ca}^{2+}$  y un ion oxalato -  $\text{OOC-COO}$  - derivado del ácido oxálico. Algunas plantas tienen un alto contenido de oxalato cálcico que puede tomar la forma de finas espículas o rafidios, que causan una severa irritación en las membranas mucosas de los herbívoros que tratan de comerlas (EcuRed, 2019).

Los cristales de oxalato de calcio son abundantes en la papa china y muchas otras plantas pero sólo se digiere pobremente por los humanos no así en animales. En cantidades grandes, es venenoso para los humanos y también puede reducir el valor nutritivo del alimento, informaron que la disponibilidad de calcio en las hojas de papa china era incierta, aunque las hojas se habían evaluado como una buena fuente de calcio (EcuRed, 2019).

### **2.3.1.2. Compuestos fenólicos**

Generalmente todos los vegetales, como producto de su metabolismo secundario normal, son capaces de bio-sintetizar un elevado número de compuestos fenólicos, los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal (Gimeno, 2015).

Son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas (Soto, 2011). Al respecto, cuando los fenoles son oxidados, dan lugar a las quinonas que dan un color pardo que muchas veces es indeseable.

Los fenoles se encuentran en casi todos los alimentos de origen vegetal. Estas sustancias influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que actúan como colorantes, antioxidantes y proporcionan sabor (Gimeno, 2015).

### **2.3.1.3. Taninos**

Los taninos son metabolitos fenólicos, hidrosolubles de sabor amargo y áspero, suelen acumularse en las cortezas, raíces, hojas y frutos. Estos compuestos están presentes en forma hidrolizada o condensada: En su forma condensada se denominan antocianidinas, un alto nivel de inclusión de este metabolito en dietas para aves puede causar afecciones digestivas convirtiéndolos en FANs Gimeno (2015), explicó que son considerados sustancias anti nutritivas en dosis elevadas, ya que limitan la absorción de algunos nutrientes como el hierro y las proteínas.

Los taninos tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y astringentes, al ser capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal, por lo que resultan muy efectivos en casos de diarreas o cólicos, son además vasoconstrictores es decir ayudan a que la sangre coagule (para tratar hemorragias) e hipocolesterolémico (reducen el colesterol) a través de la expulsión por las heces (Aragadvay, 2015).

### **2.3.1.4. Alcaloides**

Los alcaloides son uno de los grupos más grandes de compuestos químicos sintetizado por las plantas (Ruiz, 2013). Los alcaloides son moléculas orgánicas pequeñas, se sintetizan por los aminoácidos de las plantas.

La des-carboxilación de aminoácidos produce aminas que reaccionan con los óxidos de la amina para formar los aldehídos. Se considera que los alcaloides son anti-nutrientes debido a su acción en el sistema nervioso, rompen y aumentan la transmisión electroquímica impropia. Otra acción tóxica incluye ruptura de la membrana celular en el tracto gastrointestinal (Gimeno, 2015).

## **2.4. Vinaza**

Es un líquido espeso que queda después de la fermentación y destilación de la caña de azúcar. Es un subproducto de la fabricación del alcohol que se produce en una proporción de 13:1. Por cada litro de alcohol se obtienen 13 litros de vinaza.

Las vinazas, en general, contienen un gran contenido de materias orgánicas y nutrientes como nitrógeno, azufre y fósforo. También contienen una gran cantidad de potasio. Entre los compuestos orgánicos más importantes, están los alcoholes, ácidos orgánicos y aldehídos. Además, también contiene compuestos fenólicos recalcitrantes, como las melanoidinas. Son ácidas (pH entre 3 y 4) (EcuRed, 2016).

La vinaza constituye un factor contaminante para el ambiente, sin embargo, este subproducto pudiera ser utilizado como una alternativa para el procesamiento de alimentos para usos en porcinos. La vinaza presenta una composición basada en las características de la materia prima utilizada en el empleo de la fermentación (Alvaro y Rojas, 2006). En la tabla 3 se presenta la composición química de la vinaza.

Tabla 3. Composición química de la vinaza.

Indicadores	%
pH	3,5-5
Demanda bioquímica de oxígeno	10-65
Materia orgánica	45
Carbonato oxidable	18
Nitrógeno	0,95
Potasio	4,88
Magnesio	0,67
Sulfatos	2,59

Fuente: Laboratorio Planta de Control Ambiental Sucromiles (2006).

### **2.4.1. Uso de la vinaza en la alimentación animal**

De los trabajos realizados en nutrición animal con vinaza, el estudio realizado por (Fernández, 2012) se puede considerar uno de los más completos encontrados en nuestro medio en nutrición de rumiantes, al tomar en cuenta la mayoría de las variables que se pueden ver afectadas por el tipo de dieta en el animal.

Garcia y Duarte (2016) realizó un experimento en cerdos para medir el comportamiento productivo en etapas de crecimiento y finalización, utilizando 3 niveles de harina de vinaza 23 (5, 10 y 15 %), en reemplazo de grano de sorgo y torta de soya, encontrando como resultados que la vinaza puede usarse a niveles bajos sin afectar el comportamiento productivo.

## **2.5. Producción porcina a nivel mundial**

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA, 2017) durante el período comprendido desde 2007-2016 el consumo mundial de carne de cerdo creció a una tasa promedio anual de 1,6 %. Al igual que su producción a nivel mundial.

Asimismo, se estimaba que para 2017 se ubicaría en 110,7 millones de toneladas lo que significa un incremento anual de 2,5 %. Este incremento fue resultado del aumento de la producción anual de las tres potencias productivas de este tipo de carne ese año.

Actualmente según la base de datos de la FAO (FAOSTAT, 2018) se producen a nivel mundial 118 168,709 kg de carne de cerdo por año, de los cuales China produce el 53,8 %, la Unión Europea con 23,4 % y Estados Unidos un 11,7 % con respecto al total de la producción mundial.

### **2.5.1. Producción porcina en Ecuador**

El censo agropecuario de Ecuador que se realizó el año pasado demostró que la población porcina del país se ha incrementado en los últimos diez años. No obstante, a lo largo de 2017 la producción porcina ecuatoriana cayó un 15 %, aunque el país ha demostrado ser un gran productor de carne de cerdo. Este aumento de la producción de carne de porcino está motivado por la implementación de la tecnología en los procesos y la desmitificación de las propiedades de la carne. Los resultados del censo mostraron que, actualmente, en el país existen 1 737 granjas porcinas con 20 o más animales o con un mínimo de 5 madres. El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, que cuentan con el 79 % de las granjas registradas y el 95 % de la población porcina (Comunidad Profesional Porcina, 2019).

### **2.5.2. Fisiología digestiva del cerdo**

El tracto digestivo puede considerarse como un tubo que transcurre desde la boca hasta el ano, revestido de una membrana mucosa, cuyas funciones son las de digestión y absorción de los alimentos, barrera protectora contra gérmenes, así como la posterior eliminación de los desechos sólidos.

El intestino delgado es el lugar donde se produce mayoritariamente la absorción de los nutrientes, proceso que se ve favorecido por la presencia de las denominadas vellosidades intestinales que hacen que la superficie de absorción de nutrientes aumente notablemente.

Al tracto digestivo llega una serie de secreciones que contienen principalmente enzimas como proteasas, amilasas, sacarasas y lipasas entre otras que hidrolizan los diferentes

componentes de los alimentos: proteínas, almidón, azúcares y grasas respectivamente en donde es necesario aprovechar la acción de microorganismos empleados en el ensilado, donde la misma dieta sea incorporada directamente en el tracto gastrointestinal del animal (probióticos), o estimulando su crecimiento de forma específica (prebióticos). Por un lado es bien sabido que la hidrólisis de la dieta mediante las enzimas bacterianas (fitasas, lipasas, amilasas o proteasas) puede favorecer su absorción (Guayasamin, 2011).

## **2.6. Manejo de alimentación en la etapa de crecimiento**

La alimentación representa alrededor del 65 % de los costes de producción en el periodo parto-finalización, debido a ello la optimización en el uso de los recursos alimenticios se establece como una prioridad (Gomez y Malcata, 2015).

El inicio y el cese de la ingestión de alimentos están determinados por mecanismos neuro-hormonales. Los centros de saciedad y del hambre situados en el hipotálamo juegan un papel importante en la regulación del apetito. Dicha regulación está determinada por la señal de saciedad, los animales naturalmente tienden al estado del hambre a no ser que exista alguna señal inhibidora, como la saciedad (Quiles y Hevia, 2008).

Quiles (2011) menciona que el consumo de alimento está relacionado directamente con factores ambientales que ocasiona el estrés de los animales, provocando que la capacidad de ingerir, digerir y metabolizar el alimento sea limitado y no aproveche todos los nutrientes que éste necesita. Una alimentación eficiente en el periodo de desarrollo debe cumplir con dos metas importantes:

- ❖ Maximizar la producción de tejido muscular en relación al tejido graso de la canal
- ❖ La producción de carne magra con características aceptables de mercado.

Se recomienda en esta fase alimentar a voluntad (mínimo 2,8 kg de alimento por cerdo y por día); desde los 46 kg hasta los 75 u 80 kg de peso vivo, según la genética del cerdo (Solórzano, 2005).

## **2.7. Los ensilados**

El ensilaje es el proceso o método de preservación anaeróbica y por acidificación de forraje o residuos agropecuarios cuya finalidad principal es la conservación del material

con mínima pérdida de nutrientes. En el proceso de ensilaje, es común utilizar inóculos de bacterias productoras de ácido láctico tipo homo-fermentativos de los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus* o *Streptococcus* y fuentes de carbohidratos como la melaza de caña, para acelerar el proceso fermentativo (Velez, 2016).

Este método se puede aplicar a productos y subproductos que son usualmente consumidos en forma fresca por los animales domésticos, lo que permite conservar los nutrientes y aumentar la digestibilidad de los mismos para utilizarlos en períodos de falta de alimentos. El proceso de fermentación no depende solo del tipo y la calidad de material a conservar, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para realizar el ensilaje (Caicedo, 2015).

Estos alimentos contienen fuentes de carbohidratos que pueden ser fermentados por acción de bacterias, y producir ácidos como el láctico y acético. Estas bacterias pueden ser autóctonas o inoculadas. Por otra parte algunos alimentos pueden contener carbohidratos insolubles que no fermentan hasta que ciertas enzimas los degraden a carbohidratos simples y solubles; bajo dicho estado podrán generar ácidos que contribuirán a la conservación del ensilaje ayudando a mejorar las condiciones gastrointestinales de animal (Machin, 2016).

La combinación en alimentos de bacterias vivas (probióticos) y determinados productos (generalmente azúcares de los que atraviesan intactos el tracto gastrointestinal) que pueden ser usados por esas bacterias se conoce con el nombre de alimentos simbióticos. Productos que contienen tanto prebióticos como probióticos. La combinación más popular hasta la fecha contiene *Bifidobacterium* y fructo-oligosacáridos pero también son posibles otras combinaciones.

El proceso de fermentación no depende solo del tipo y la calidad de material a conservar, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para realizar el ensilaje.

En este método de preservación se lleva a cabo una serie de distintos procesos fermentativos, como la fermentación acética, donde en las células vegetales se desarrollan ciertas bacterias coliformes que producen ácido acético a partir del ácido láctico y cuya actividad requiere una temperatura de 18 a 25 °C. La fermentación láctica, a su vez, corre a cargo de bacterias lácticas que degradan los azúcares y otros carbohidratos solubles

presentes en el forraje hasta producir ácido láctico. Las bacterias que llevan a cabo esta fermentación necesitan condiciones sin oxígeno (Machin, 2016).

Las fermentaciones secundarias son procesos bacterianos indeseables y que es preciso minimizar. La más peligrosa es la fermentación butírica, producida por bacterias que se desarrollan entre 20-40 °C. El incremento de amoníaco generado por esas bacterias tiende a favorecer la proliferación de especies del género *Bacillus*, que generan aún más amoníaco, y algunos microorganismos nocivos que pudren el alimento almacenado (Castillo, 2011).

### **2.7.1. Uso del ensilaje en la alimentación del porcino**

La utilización de productos y subproductos agroindustriales en la alimentación animal es una alternativa viable en el trópico. Los tubérculos, raíces, cremas de destilería, mieles de caña de azúcar, así como harinas de forrajes de gramíneas y leguminosas, son alimentos alternativos. Sin embargo, en múltiples ocasiones, por sus características, se aplican técnicas o tratamientos para aumentar la calidad de los productos finales, reducir los costos de producción y usar de manera adecuada materiales potencialmente contaminantes (Sosa, Scull y García , 2015).

La técnica de ensilaje ha demostrado ser una alternativa adecuada para preservar y mejorar el valor nutritivo de pasturas y granos, desechos agroindustriales de frutas tropicales, tubérculos y raíces, entre otros alimentos. La papa china tiene el potencial de ser una fuente alternativa de carbohidratos y proteínas para la alimentación de animales domésticos (Adejumo, Babalola y Alabi, 2013), esto ha llevado a algunos investigadores a comparar el crecimiento y desempeño productivo de los animales, alimentando con follajes y tubérculos (crudos, cocidos secados al sol y fermentados).

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Localización**

Las determinaciones químicas del ensilado se ejecutó en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, y la prueba con animales se realizó en la granja porcícola “Buena Esperanza”, ubicada en la provincia de Pastaza, cantón Santa Clara km 31 vía al Tena. La granja porcícola se encuentra en una altitud de 891 msnm, temperatura de 24 °C y una precipitación 4000 mm.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El presente estudio es de tipo experimental en vista que se tomaron medidas de indicadores productivos sobre un sistema de alimentación.

#### **3.3. Método de investigación**

##### **3.3.1. Elaboración del ensilaje de tubérculos y follaje de papa china**

Para la elaboración del ensilaje (anexo 1), se utilizó los tubérculos mama o cormo y follaje de la papa china restantes de la cosecha obtenidas de la propia finca y se procedió a lavarlas, posteriormente se trasladó a la granja Agropecuaria Caicedo para ser molidos en la maquina picadora obteniendo partículas similares de 2 a 3 cm de diámetro, junto con los demás ingredientes que conformaron el ensilado: semita, melaza, sal mineral, carbonato de calcio y vinaza se procedió a la mezcla homogénea sobre un plástico en un piso de concreto. La inclusión de materiales del ensilaje se muestra a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Formulación del ensilaje de tubérculos y follaje de papa china tratados con vinaza.

Materia prima	Inclusión %
Tubérculo	60
Follaje	14
Semita	10
Melaza	5
Carbonato de calcio	0,5
Sal mineral	0,5
Vinaza	10
Total	100

### 3.3.2. Análisis del ensilado en el laboratorio

La determinación de componentes químicos en el ensilaje (anexo 2), se realizó al día 04 en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

Para comprobar la temperatura y pH se procedió a la toma de tres muestras. Para la temperatura del ensilaje de papa china se colocó directamente las muestras seleccionadas en el termómetro digital. Para la determinación del pH se utilizó 25 g de ensilado y 250 ml de agua destilada y se colocó en el peachimetro.

Para la determinación de componentes químicos, se sometió la muestra a deshidratación para efectuar el análisis de:

Materia seca; se obtuvo por diferencia entre peso fresco y peso seco.

Proteína; se procedió a tomar 1 g de la muestra, colocar en el tubo con 35 g de catalizador y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, se debe esperar por 2 horas según el método KJELDAHL mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total de la muestra, para la elaboración de la probeta se coloca 35 ml de  $H_3BO_3$  y 3 gotas de indicador, una vez que ha pasado las 2 horas se debe dejar enfriar la muestra, para posteriormente aplicar 60 ml de  $NaOH$  y dejar por 10 min en el destilador de proteína automático cuando ya han pasado los diez minutos se debe colocar unas gotas de anti-colorante de la bureta hasta

que tome un color lila esto nos indica la proteína, según las técnicas descritas por (AOAC, 2005).

Para obtener las cenizas se procedió a pesar los crisoles de porcelana y colocar 2 g de la muestra se lleva a las barrilla y se deja hasta que la muestra se queme, después de un determinado tiempo se lleva a la mufla en donde se coloca a una temperatura de 550 °C por dos horas, pasado el tiempo se lleva la muestra a los enfriadores para posteriormente pesarlos en la balanza analítica. Para determinar la grasa se colocó 2 g de muestra en el papel filtro y colocamos en el vaso con 75ml de éter de petróleo con grasa se coloca en el Extractor Goldfish y se espera 2 horas para posteriormente eliminar a base de ebullición toda la sustancia y dejar solo la grasa (AOAC, 2005).

Finalmente para determinar la fibra se debe tomar 1 g de muestra y colocar en un vaso de precipitación junto a 3 perlas de ebullición y 3 gotas de antiespumante y se coloca en el analizador de fibra por 30 min, pasado el tiempo se debe lavar la muestra con agua destilada se coloca una gota de anaranjado si la muestra toma una color rojizo nos indica que aún no está la fibra lista, para lo cual se debe colocar nuevamente en el analizador de fibra por 30 min, una vez transcurrido el tiempo se realiza el mismo procedimiento hasta que el agua este transparente para finalmente ser llevada a la mufla por dos hora, después del tiempo esperado se lleva al enfriador para finalmente pesar la muestra (AOAC, 2005).

### **3.3.2.1. Manejo de los animales y alimento**

Se utilizaron 16 animales de la raza Landrace x Blanco Belga, con un peso vivo entre 12 ± 2 kg, de 45 días, los cuales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos iguales y se alimentaron por 30 días de forma individual (anexo 3).

El porcentaje de la aplicación de alimento para el tratamiento control (T0), tratamiento 1 y composición nutricional se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Inclusión de la materia seca aplicado en la dieta del tratamiento control (T0), tratamiento 1 y composición nutricional.

Materias primas % inclusión	Tratamiento control	Tratamiento 1
Maíz	52,6	12,6
Concentrado proteico	27	22
Semita	20	15
Ensilado de papa china	0	50
Sal mineral	0,4	0,4
Total	100	100
Composición nutricional		
Nutrientes		
PB %	17,16	17,14
FB %	4,36	5,27

El alimento se suministró dos veces al día: 08:00 am y 17:00 pm ajustando al requerimiento de acuerdo al peso vivo de los animales, el agua estuvo siempre a voluntad. Para la determinación de los indicadores productivos (anexo 4), consumo de alimento y conversión alimentaria se procedió a la toma de datos diariamente y para la ganancia de peso y peso final se realizó el pesaje cada siete, la elaboración de ensilado se realizó cada 15 días.

### 3.4. Diseño de investigación

Se empleó el diseño de tipo experimental completamente aleatorizado de clasificación simple. Para el procesamiento de datos de composición química del ensilado se utilizó estadística descriptiva (media, derivación estándar). Para evaluar los indicadores del comportamiento productivo se realizó análisis de varianza de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado (DCA). Para comparar las medias se utilizó la prueba LSD-Fisher con  $P < 0,05$  todos los análisis se realizaron en el programa estadístico INFOSTAT versión 1.0 para Windows (Di Rienzo *et al.*, 2012).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 6 se muestra la composición química del ensilado; el ensilado presentó altos contenidos de Materia Seca, Proteína bruta, Extractos libres de nitrógeno, Energía bruta y bajos niveles de Fibra bruta, Cenizas, Grasa, pH y temperatura.

Tabla 6. Composición química del ensilado de tubérculos y follaje de papa china tratados con vinaza.

<b>Componentes Químicos</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
pH	4,39	0,10
Temperatura, °C	22	0,10
Materia Seca, %	30,91	0,10
Proteína, %	12,07	0,10
Fibra, %	3,24	0,10
Grasa, %	2,89	0,10
Ceniza, %	4,74	0,10
ELN, %	77,03	0,10
Energía Bruta, kcal/kgMS	4277,47	0,20

El ensilaje de tubérculos y follaje de papa china presentó un alto contenido nutricional para el cerdo en su etapa de crecimiento. La materia seca (30,91 %), pH (4,39) y la temperatura (22 °C) del ensilado de tubérculos y follaje de papa china se encuentran dentro del rango establecido para la producción de ensilados de buena calidad. Según (Tomich, 2003) sugieren que un ensilado de buena calidad debe contener un porcentaje de materia seca entre 30 a 40 %, esto ayuda a inhibir el desarrollo de microorganismos putrefactivos del alimento. El pH es un indicador de gran relevancia en los procesos de fermentación, el cual debe mantenerse en valores entre 3,8 a 5, para lograr una buena estabilidad y conservación por tiempo prolongado (Lopez *et al.*, 2013), inhibiendo el desarrollo de enzimas proteolíticas, enterobacterias y clostridios de dañan el material ensilado (Tomich *et al.*, 2004).

Se puede observar un incremento de proteína Bruta en el ensilado (12,07 %) con respecto al tubérculo en estado natural (Caicedo, 2015). El incremento de proteína se debe a la inclusión de follaje (FUNIBER, 2017) y a la acción de la proteína microbiana de bacteria ácido lácticas y levaduras desarrolladas en el proceso de fermentación (Martinez, 2014).

El ensilado presentó bajas concentración de grasa (2,89 %), fibra bruta (3,24 %) y cenizas (4,74 %). Estos resultados son superiores en relación a los reportados por (Aboubakar y Agwunobi, 2009) para variedades de papa china en su estado natural. Sin embargo, cabe resaltar que los valores de grasa, fibra bruta y cenizas se encuentran dentro del rango permitido para uso en porcinos en la etapa de crecimiento (Aragadvay *et al.*, 2015).

Por otra parte, el ensilado presentó alto contenido de extractos libres de nitrógeno (77,03 %), energía bruta (4277, 47 kcal/kgMS). Esto se debe a que este alimento posee una excelente fuente de carbohidratos el cual es ampliamente utilizado como fuente energética para alimento humano y animal (Ogunlakin y Babarinde, 2012).

En la Figura 1 se observa el peso inicial de los cerdos en las diferentes semanas de estudio, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ).

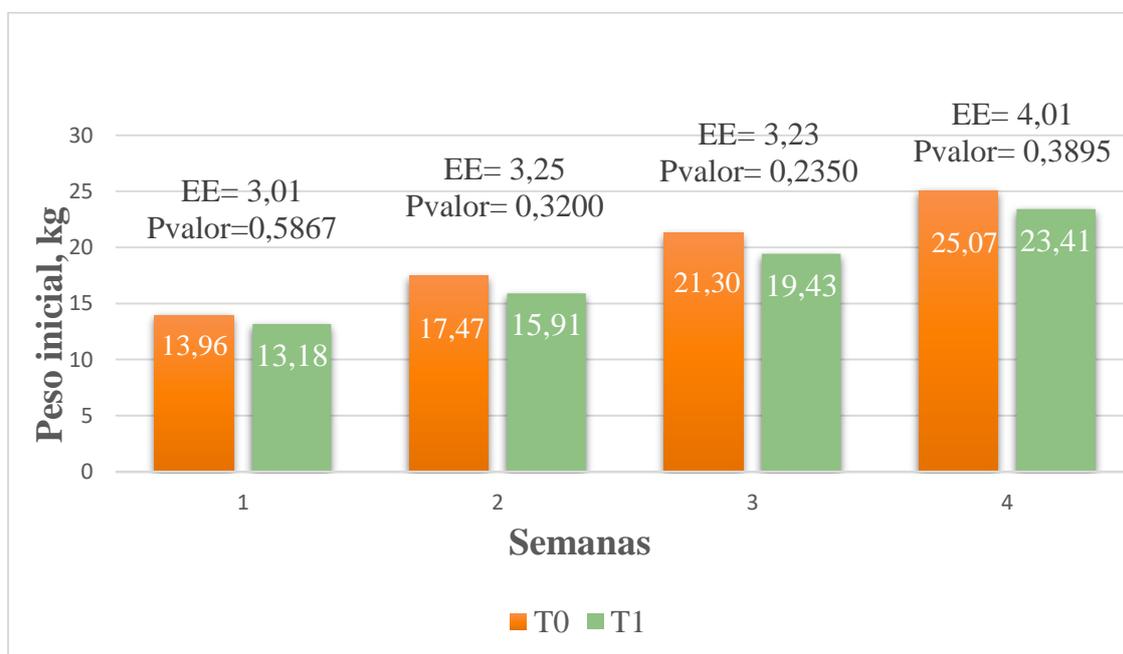


Figura 1: Promedio del peso inicial de los cerdos por semana.

En la Figura 2 se observa el promedio del consumo de alimento por semanas en base seca para afirmar esto se realizó, en las dos primeras semanas no se encontró diferencia

significativa entre tratamientos ( $P>0,05$ ), sin embargo, en las semanas 3 y 4 se observó diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre tratamientos. Los animales del tratamiento 0 consumieron más alimento en relación a los del tratamiento 1. Para garantizar el consumo en materia seca en la semana 1 y 2 se suministró 0,5 kg de alimento seco + 1,5 kg de ensilado garantizando 1 kg de materia seca; en la semana 3 se suministró 0,6 kg en alimento seco + 1,94 kg de ensilado garantizando 1,2 kg en materia seca y en la semana 4 se suministró 0,7 kg de alimento seco + 2,27 kg en ensilado garantizando 1,4 kg en materia seca.

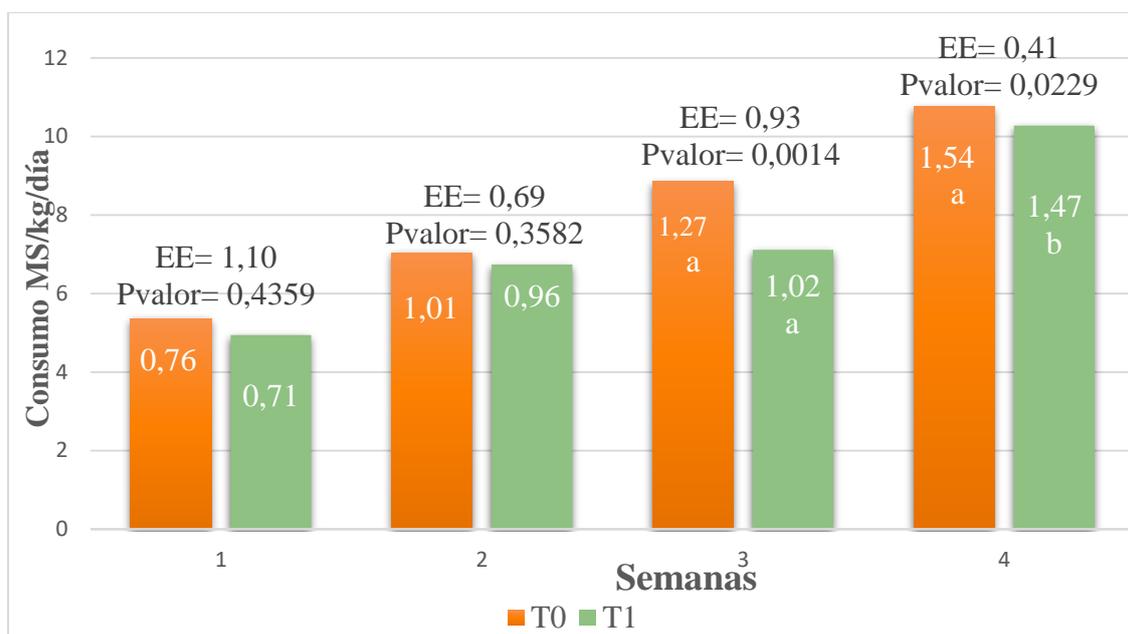


Figura 2: Promedio del consumo de alimento diario por semanas.

El menor consumo de alimento de las semanas 3 y 4 registrada para los cerdos que consumieron ensilado se debe a la poca capacidad de ingestión que tienen los animales ya que para compensar el consumo de materia seca los animales tenían que realizar un mayor consumo en base fresca, similar observaciones fue descrito por Lezcano *et al.*, (2014), esto también puede estar influenciado por varios factores como la temperatura ambiente, humedad, estado sanitario, calidad de agua de bebida, ciertos nutrientes que componen la dieta respecto al tránsito intestinal de los alimentos, a pesar de este comportamiento, el consumo de los animales tratados con ensilado se mantuvieron dentro de los rangos de consumo establecidos por Rostagno *et al.* (2005) 1,81 kg/día y Martínez (2014) 1-1,5 kg/día.

En la Figura 3 se presenta los resultados de la ganancia de peso diario por semanas observando que entre la semana uno y tres no hubo diferencia significativa por tratamiento, mientras que en la semana cuatro se evidenció diferencia significativa para la ganancia de peso, los animales del tratamiento control presentaron la mayor ganancia ( $P < 0,0011$ ).

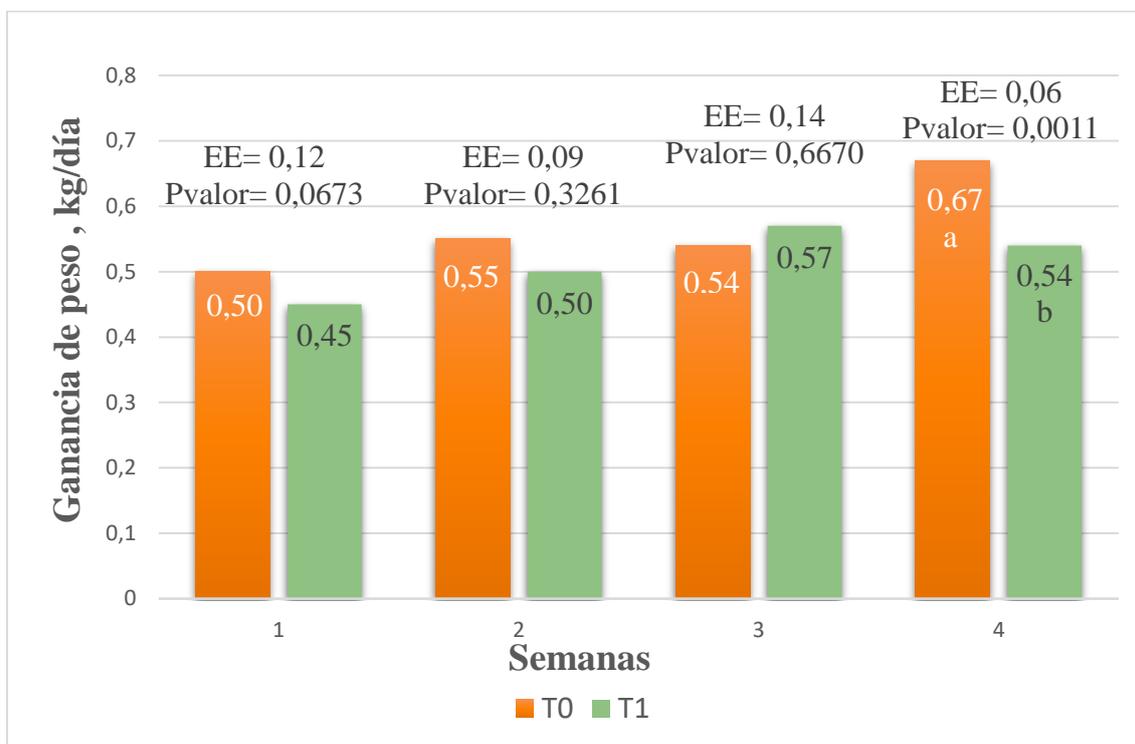


Figura 3: Promedio de la ganancia de peso diaria por semana.

Los tratamientos en estudio presentaron similares ganancias de peso hasta la semana 3 ya que las dietas satisficieron los requerimientos nutricionales de los cerdos, en relación a reportes de otros trabajos con ensilaje de yuca con vinaza (Almaguel *et al.*, 2010), miel rica (Ly *et al.*, 2014), ensilaje de yuca con yogurt natural (Lezcano *et al.*, 2014). Sin embargo (Valdivie *et al.*, 2013) señala que los alimentos energéticos como la yuca, banano y papa china deben ser suministrados conjuntamente con una fuente de proteína. Sin embargo en la semana 4 el tratamiento control presento la mejor ganancia lo cual se relaciona directamente con el mayor consumo de materia seca (Rostagno *et al.*, 2005).

En la Figura 4 se presenta los datos de la conversión alimentaria por semanas observando que entre la semana uno, dos y tres no existe diferencia significativa, sin embargo en la semana 4 se observa diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) lo que se debe a que los animales

del tratamiento control consumieron menos cantidad de alimento para producir 1 kg de carne. (Aggrofest, 2018).

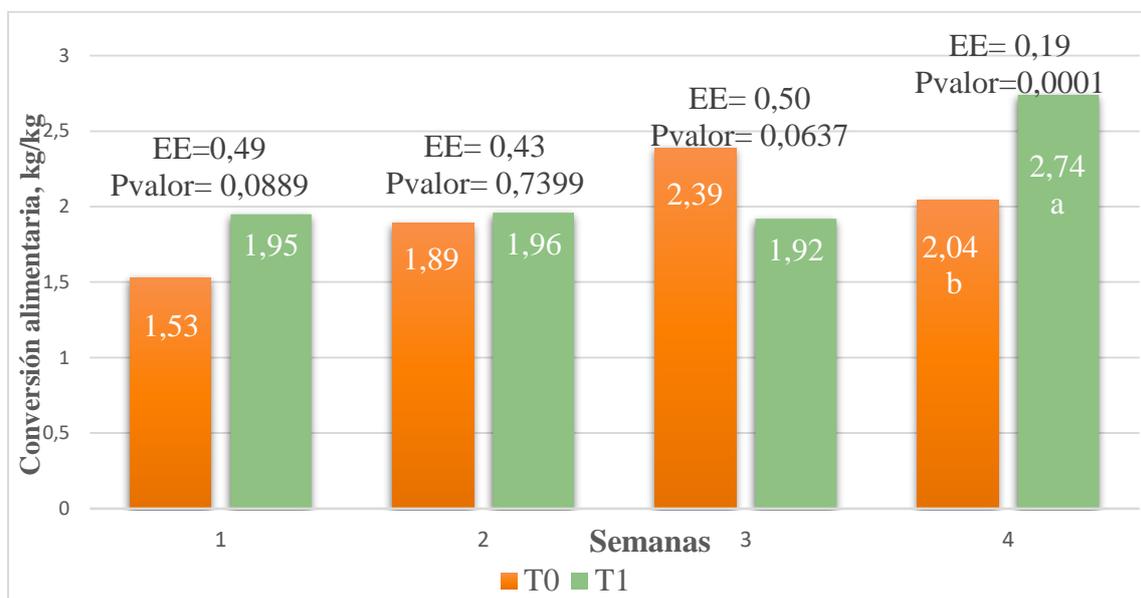


Figura 4: Promedio de la conversión alimentaria por semanas.

Según INTA (2001) y (FAO, 2014), la conversión alimentaria es de 2,04 a 2,5 kg/día de alimento por kilogramo de peso ganado en la etapa de crecimiento. En un estudio conducido por Garcia (2013) en cerdos en crecimiento alimentados con harina de papa china, incluida en concentrados al 15 % tuvieron conversiones alimenticias de 2,99 kg, cifras que son más altas con relación a las obtenidas en este estudio.

Recientemente con el empleo de enzimas exógenas, fitasas, proteasas, carbohidrasas, biosurfactantes, los probióticos, prebióticos, simbióticos contribuyen a la integridad intestinal, en este sentido, la dieta que incluyo ensilado satisfació las necesidades nutricionales, permitiendo una adecuada absorción de nutrientes sin afectar la ganancia de peso de los animales (Paulino, 2017).

En la Figura 5 se presenta el promedio del peso final de los cerdos durante el estudio por semanas observando que no se encontró diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos lo cual se debe a que las dietas satisficieron los requerimientos nutricionales de los animales.

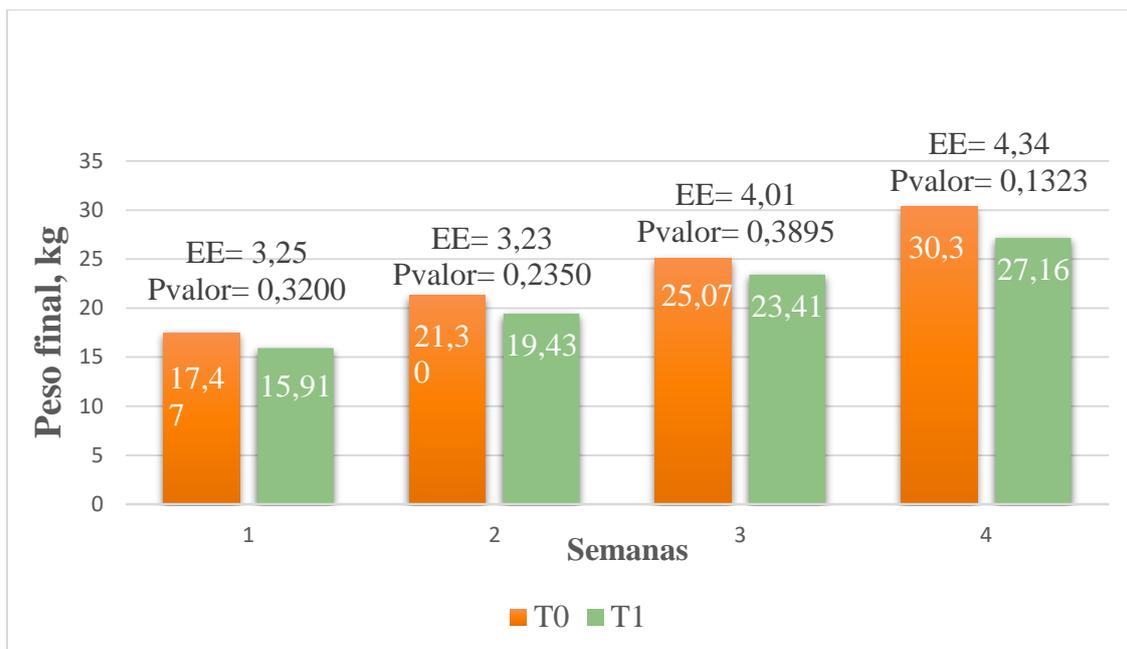


Figura 5: Promedio del peso final por semanas.

Con la inclusión del 50 % de ensilado no se observa efecto en el peso final lo cual se debe a que este alimento aporta probióticos entre los que se destacan bacterias lácticas, levaduras presentes en la vinaza que se empleó así como también existe una fuente de polisacáridos no amiláceos que actúan como prebióticos para el acondicionamiento del tracto gastrointestinal de los cerdos lo cual favorece la salud intestinal así como también las dietas aplicadas proveen los nutrientes necesarios para la etapa de crecimiento (Soraci *et al.*, 2010).

Por otra parte, el efecto positivo de los alimentos que contienen microorganismos benéficos (bacterias ácido lácticas) en el tracto gastrointestinal, hace que disminuya el desarrollo de bacterias patógenas, este hecho mejora los procesos digestivos del hospedero, lo que se evidencia en el aumento de la ganancia de peso vivo de los animales que consumen estos alimentos (Tabasum *et al.*, 2014).

Este comportamiento del peso vivo final, puede estar relacionado con el crecimiento compensatorio, ya que al inicio los cerdos tuvieron menor consumo de alimento de materia seca y posterior lo mejoró la flora intestinal, esto pudo promover una mejora en la eficiencia de utilización del alimento por consiguiente mayor incremento de peso vivo final (Lezcano *et al.*, 2014).

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES**

- ❖ El ensilado de tubérculos y follaje de papa china presentó mayores contenidos de materia seca, proteína, carbohidratos y energía. A su vez menores contenidos de fibra, cenizas, grasa y pH.
- ❖ Los cerdos que consumieron 50 % de ensilaje de papa china y 50 % de semita, maíz y concentrado proteico en la semana 4 se afectó el consumo (1,47 kg/día), ganancia de peso (0,54 kg/día) y la conversión alimenticia (2,74 kg/kg), sin embargo, no se observó efecto en el peso vivo final durante los 30 días de experimento.

### **6. RECOMENDACIONES**

- ❖ Realizar otras evaluaciones con la dieta de ensilado de tubérculos y follaje de papa china tratados con vinaza en otras categorías porcinas.
- ❖ Propiciar el empleo de ensilado de tubérculos y follaje de papa china tratada con vinaza como una alternativa de alimentación en cerdos en la etapa de crecimiento, para pequeñas y medianas productoras.

## CAPÍTULO VI

### 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aboubakar, M., y Agwunobi, L. (2009). Taro cocoyam (*Colocasia esculenta*) como alimentacion en cerdos de crecimiento. . 8(5), 668-673.
- Adejumo, I., Babalola, T., y Alabi, O. (2013). *Colocasia esculenta* (L.) Schott como fuente de energía alternativa en nutrición animal. *British Journal de Ciencia Aplicada y Tecnología*, 3(4), 1276-1285.
- Aggrofest. (2018). Guia técnica para alimentación de cerdo, comportamiento y análisis productivo. *Ffitacori*, 5(3), 40-47.
- Almaguel, R., Piloto, J., Cruz, E., Rivero, X., y Ly, J. (2010). Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento ceba alimentados con ensilado enriquecido de yuca (*Manihotesculenta*Crantz). *Computadorizada de Producción Porcina.*, 17(3), 247-252.
- Alvaro, O., y Rojas, C. (2006). *Posibilidades de Uso de la Vinaza en la Agricultura*. Obtenido de [http://www.tecnicana.org/pdf/2006/tec\\_v10\\_no17\\_2006\\_p3-13.pdf](http://www.tecnicana.org/pdf/2006/tec_v10_no17_2006_p3-13.pdf)
- Andrade, V. (2012). Estudio de la malanga blanca. 100. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/326>
- AOAC. (2005). Métodos oficiales de análisis. *Asociación de Químicos Analíticos Oficiales*(991), 91-94.
- Aragadvay, R., Rayas-Amor, A., Heredia, D., Estrada, J., Martínez, F., y Arriaga, C. (2015). Evaluación in vitro del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo o combinado con esilaje de maiz. 6(3), 315-327.
- Arcos, C. (2014). *“Incorporación de la haria de la papa china (*Colocasia esculenta*) como fuente de componentes de bioactivos.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3830/1/27T0264.pdf>
- Caicedo, W. (2015). Composición Química Y Digestibilidad in Vitro de Ensilados de Tubérculos de Papa China (*Colocasia Esculenta* L) Destinados a La Alimentación de Cerdos. *Revista Cuba Cienc Agrícola*, 1, 59-64.
- Caicedo, W. (2015). Valoración nutritiva del ensilaje de tubérculos de papa china[*Colocasia esculenta* (L.) Schott] y su uso en la alimentación decerdos en crecimiento ceba. 3(1), 59-64.

- Caicedo, W. (2016). Efecto de inocuidad del ensilado biológico de tubérculos de papa China (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para la alimentación de cerdos. 2(3), 2-60.
- Castillo, A. V. (2011). El ensilaje. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana*, 26(2), 38-50.
- Catherwood,, D., Savage, G., Mason, S., Scheffer, J., y Douglas, J. (2007). Contenido de oxalato de los corneles de taro japonés (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y el efecto de la cocción. *Revista de Composición y Análisis de Alimentos*, 20, 147-151.
- Comunidad Profesional Porcina. (2019). *Producción Porcina en Ecuador*. Obtenido de 3Tres3:[https://www.3tres3.com/articulos/produccion-porcina-enecuador\\_40926/](https://www.3tres3.com/articulos/produccion-porcina-enecuador_40926/)
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica . (2017). *Panorama Agroalimentario*. Obtenido de FIRA: <file:///C:/Users/PROFESIONAL/Downloads/Panorama%20Agroalimentario%20Carne%20de%20bovino%202017.pdf>
- Di Rienzo, J., Casanoves,, F., & Balzarini,, M. (2012). InfoStat. version 2012, [Windows]. *Grupo InfoStat*,. Obtenido de <<http://www.infostat.com.ar/>>.
- EcuRed. (2016). *Vinaza*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/index.php?title=Vinaza&oldid=2618977>
- EcuRed. (30 de Agosto de 2019). Oxalato de Calcio. (EcuRed, Ed.) 208-228. Obtenido de [https://www.ecured.cu/index.php?title=Oxalato\\_de\\_calcio&oldid=3533929](https://www.ecured.cu/index.php?title=Oxalato_de_calcio&oldid=3533929)
- El telégrafo. (07 de Septiembre de 2013). REGIONAL CENTRO Papa china busca mercado internacional. Obtenido de [www.eltegrafo.com.ec](http://www.eltegrafo.com.ec)
- FAO. (Noviembre de 28 de 2014). Producción porcina. *FAOSTAT*, 2(53), 50-57.
- FAOSTAT. (2018). Buenas prácticas pecuarias para la producción y comercialización porcina familia. *Agropedia*, 227. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i2094s.pdf>
- Fernández, D. (2012). Evaluación de vinaza de la Fábrica de Licores y Alcoholes de Antioquia como suplemento en la alimentación de vacas de leche. *Livestock Research for Rural Development*., 16, 26-30. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd25/9/fern25164.htm>
- FUNIBER. (2017). *Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos-composicion nutricional*. Brasil. Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/>

- Garcia, A., y Duarte, F. (2016). Crecimiento y finalización de cerdos con diferentes niveles de vinaza. *Livestock Research for Rural Development.*, 3(1), 13,18.
- Garcia, Y. (2013). Comportamiento de cerdos jóvenes alimentados con harina de residuos de plátano incluida en concentrados. *Revista Cubana de ciencia agrícola*, 1, 51-53.
- Gimeno, E. (2015). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la alimentación. *Revista FARM*, 23-30.
- Gomez, A., y Malcata, X. (2015). Bifidobacterium ssp. y Lactobacillus acidophilus: propiedades biológicas, bioquímicas, tecnológicas y terapéuticas relevantes para su uso como probióticos. *Tendencias en la ciencia y tecnología de los alimentos*, 139-157.
- Guayasamin, W. P. (2011). *Evaluación del efecto de un prebiótico (manano oligosacarido 5,10,15 g/kg de alimento) en la fase de iniciación y engorde en cerdos landrace x york.* Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/641>
- INTA. (2001). *Alimentación de cerdos en engorde para obtener máximo rendimiento de tejido magro.* Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/12-alimentacion\\_cerdos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/12-alimentacion_cerdos.pdf)
- Jáuregui, D., y Moreno, A. (2004). La biomineralización del oxalato de calcio en plantas. *Retos y potencial*, 23(1), 18-23.
- Labala, J. (2012). Optimizando costos de alimentación. *Universo porcino*, 152.
- Laboratorio Planta de Control Ambiental Sucromiles. (2006). Las vinazas, Manejo de Vinazas: Metanización y Compostaje, Aplicaciones Industriales. 87-91. Obtenido de [https://www.academia.edu/9423964/LAS\\_VINAZAS\\_Nota\\_T%C3%A9cnica\\_Manejo\\_de\\_Vinazas\\_Metanizaci%C3%B3n\\_y\\_Compostaje\\_Aplicaciones\\_Industriales](https://www.academia.edu/9423964/LAS_VINAZAS_Nota_T%C3%A9cnica_Manejo_de_Vinazas_Metanizaci%C3%B3n_y_Compostaje_Aplicaciones_Industriales)
- Lezcano, P., Vázquez, A., Rodríguez, A., Rodríguez, Y., Boucourt, R., Sosa, D., y Pérez. (2014). Procedimiento de obtención de un alimento ensilado para la producción animal. 155-158.
- Lopez, M., Junior, Z., Antonio, F., Alberton, L., Otutumi, K., Silveira, A., y Meza, S. (2013). Caracterización nutrición del ensilaje de bagazo de caña de azúcar

- (*Saccharum officinarum* L.) agregado o no de suero de queso y grano de maíz. *UNIPAR Archives of Veterinary Sciences and Zoology*, 1, 160-162.
- Ly, J., Almaguel, R., Lezcano, P., y Delgado, E. (2014). Miel rica o maíz como fuente de energía para cerdos en crecimiento. Rasgos de comportamiento y digestibilidad rectal. *Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3), 281-285.
- Machin, D. H. (2016). El uso potencial del ensilaje para la producción animal en la zona tropical, especialmente como una opción para los pequeños campesinos. *I*(19), 23-27.
- MAGAP. (2014). *MAGAP fortalece la comercialización de productos con valor agregado en Pastaza*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-fortalece-la-comercializacion-de-productos-con-valor-agregado-en-pastaza/>
- MAGAP. (2015). Reporte de conyuntura del sector agropecuario. 6(88), 16-22. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201504.pdf>
- Martinez, M. (2014). Producción de Inóculo Microbiano para ensilaje animal. *10*, 354-356.
- Martinez, R. (2014). Rasgos de comportamiento en cerdos alimentados con yuca, papa china fresca y molida. *Revista computadora de producción porcina*, 14(2), 115-117.
- Matthews, P. (2004). La diversidad genética del taro. 6(18), 130-153.
- Naranjo, S. A. (2014). Efecto del nivel de inclusión y concentración de vinaza de caña (*Saccharum officinarum*) sobre los parámetros de fermentativos y calidad nutricional de un ensilaje de maralfalfa (*Penisetum* sp.). *10*(2), 82-94.
- Ogunlakin, G., y Babarinde, O. (2012). Efecto de métodos de secado sobre composición próxima y propiedades físico-químicas de harina de papa china. 7(4), 245-150.
- Paulino, A. (28 de Abril de 2017). *Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización*. Nutrición y Tecnología República Dominicana. Obtenido de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-cerdos-crecimiento-finalizacion-t40548.htm>
- Pérez, I., y Garrido, N. (2006). Aprovechamiento integral de vinazas de destilerías. *Revista Ingeniería Química*, 129-133.
- Quiles, A. J., y Hevia, M. L. (2008). Factores que influyen en el consumo de pienso en los cerdos. *13*(22), 248.

- Quiles, A. J. (2011). Factores que influyen en el consumo de pienso en cerdos (II). *6*(19), 154.
- Ringuelet, J., y Viña, S. (12 de Junio de 2013). Productos Naturales Vegetales. *Libros de Catedra*, 47(380).
- Rostagno, S., Texeira, L., y López, J. (2005). Tablas brasileñas para aves y cerdos. *Revista Universidad Federal de Viscosa*, 3(133), 233-259.
- Ruiz, C. (2013). Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje. *Arch. Zootec*, 163-172.
- Solórzano, R. (2005). *Alimentación básica del cerdo*. Obtenido de Edifarm: [https://quickvet.edifarm.com.ec//pdfs/articulos\\_tecnicos/ALIMENTACION%20BASICA%20CERDO.pdf](https://quickvet.edifarm.com.ec//pdfs/articulos_tecnicos/ALIMENTACION%20BASICA%20CERDO.pdf)
- Soraci, A., Amanto, F., Pérez, , Dieguez, S., Vega, M., y Tapia, M. (2010). Metodología de cateterismo yugular en lechones de destete. *Analecta Veterinaria.*, 12-15.
- Sosa, D., Scull, I., y García, Y. (2015). *Caracterización química de un alimento ensilado para cerdos*. Obtenido de Revista Cubana de Ciencia Agrícola: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193036208015.pdf>
- Soto, F. (2011). Caracterización química y antibacteriana "in vitro" de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón). *1*(10), 30-42.
- Suárez, K., y Barrera, E. (2016). Diversidad de los compuestos orgánicos bioactivos de origen natural: una singularidad manifestada por la plastilidad en el metabolismo secundario. *Facultad Ciencias Básicas* 255, 12(2), 252-269. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.2031>
- Subsecretaría de Fomento Agrícola MAGAP. (2011). Propuesta de mejoramiento de la productividad agrícola en el Ecuador. *Fundagro*, 75.
- Tabasum, A., Hoon, J., Mun, H., y Yang, C. (2014). Evaluación de lactobacillus y probióticos basados en bacillus como alternativa en los antibióticos en entérico lechones destetados con microbios. *J Microbiol*, 8, 96-104.
- Tomich, T. (2003). Composición bromatológica y cinética de fermentación ruminal de híbrido de sorgo. *55*(6), 747-755.
- Valdivie, M., Rodríguez, B., y Bernal, H. (2013). Alimentación de cerdos, aves y conejos con Banano. *Revista técnico del ACPA.*, 23, 12-25.
- Vázquez, A., y Cuña, R. (2016). *Alimento ensilado cubano (AEC). Una alternativa industrial para la producción animal*. Obtenido de Engormix:

<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/alimento-ensilado-cubano-aec-t39514.htm>

Velez, E. (2016). Estudios del sistema de alimentacion en cerdos de ceba y su incidencia de costo de producción en la granja agropecuaria. 2(1).

Vélez, E. A. (2016). Estudio del sistema de alimentación en cerdos de ceba y su incidencia en los costos de producción en la granja agropecuaria caicedo, de la parroquia tarqui, cantón y provincia de Pastaza. 68-71.

Villalba, J. F. (2010). *La producción porcina en el mundo*. Obtenido de <https://www.abc.com.py/articulos/la-produccion-porcina-en-el-mundo-84793.html>

## CAPÍTULO VII

### 8. ANEXOS

Anexo 1: Preparación de las materias primas para la elaboración del ensilaje.



Recolección del follaje de papa china



Lavado del tubérculos y follaje



Picado del follaje y tubérculos de papa china

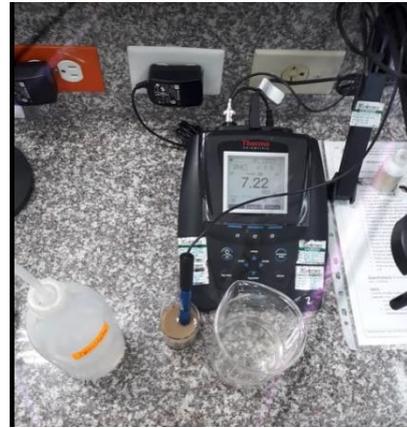


Elaboración del ensilaje

Anexo 2: Determinación de los componentes químicos del ensilaje en el laboratorio.



Determinación de la temperatura



Determinación del pH



Pesaje de las muestras



Secado de la muestra del ensilado



Determinación de la proteína



Determinación de la grasa



Determinación de la fibra

Anexo 3: Manejo de los animales.



Distribución de los animales por tratamiento

Anexo 4: Evaluación del comportamiento productivo de los cerdos en estudio.



Alimentación de los animales



Pesaje de los animales