



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Elaboración de Balanceados a partir de productos infrautilizados con *Colocasia esculenta* y *Manihot esculenta* para cerdos en la etapa de engorde.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Ulcuango Granizo Víctor Hugo

Tutor:

MgS. Diego David Moposita Vásquez

Riobamba, Ecuador. 2022

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Víctor Hugo Ulcuango Granizo, con cédula de ciudadanía 1600666844, autor del trabajo de investigación titulado: Elaboración de Balanceados a partir de productos infrautilizados con Papa china (*Colocasia esculenta*) y Yuca (*Manihot esculenta*) para cerdos en la etapa de engorde, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 19/10/2022



Víctor Hugo Ulcuango Granizo

C.I:1600666844

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, MgS Diego David Moposita Vásquez catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Elaboración de Balanceados a partir de productos infrautilizados con Papa china (*Colocasia esculenta*) y Yuca (*Manihot esculenta*) para cerdos en la etapa de engorde, bajo la autoría de Víctor Hugo Ulcuango Granizo; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 19 del mes de octubre de 2022



Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS

C.I:020197259-3

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Elaboración de Balanceados a partir de productos infrautilizados con Papa china (*Colocasia esculenta*) y Yuca (*Manihot esculenta*) para cerdos en la etapa de engorde”, por Víctor Hugo Ulcuango Granizo, con cédula de identidad número 1600666844, bajo la tutoría de Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19/10/2022

Presidente del Tribunal de Gado
PhD. Sonia Rodas

A handwritten signature in blue ink, reading "Sonia R. de Marmol". The signature is stylized with loops and a long horizontal stroke at the end.

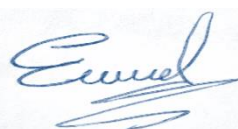
Firma

Miembro del Tribunal de Gado
MgS. Patricio Carrillo

A handwritten signature in blue ink, reading "Patricio Carrillo". The signature is stylized with a large initial 'P' and a long horizontal stroke.

Firma

Miembro del Tribunal de Gado
Dr. José Miranda

A handwritten signature in blue ink, reading "José Miranda". The signature is stylized with a large initial 'J' and a long horizontal stroke.

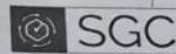
Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **UICUANGO GRANIZO VICTOR HUGO** con CC: **1600666844**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIAS**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **ELABORACIÓN DE BALANCEADOS A PARTIR DE PRODUCTOS INFRAUTILIZADOS CON COLOCASIA ESCULENTA Y MANIHOT ESCULENTA PARA CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE**", cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de 11 de 2022

Mgs. Nombre y Apellido
TUTOR

DEDICATORIA

Mi proyecto de tesis va dedicado primero a Dios, porque fue mi guía primordial para no dejarme vencer por los obstáculos presentados en mi vida universitaria, a mi querido padre Fausto Ulcuango, por ayudarme a cumplir el sueño de convertirme en Ingeniero y lo más importante, enseñarme tantos valores que me hicieron ir por el camino de la superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, Fausto Ulcuango y Marisol Granizo, por su paciencia y amor al formarme como persona de bien, a mis hermanos Darío, Jhoanna, Erika, Leo, Lorena y Jennifer, por sus consejos y por estar siempre conmigo apoyándome. Además, extendo mi agradecimiento a Gina, José, Mayerling, Rosario y Vanessa por el apoyo y confianza que siempre tuvieron en mí.

Agradezco también a los docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo por impartir sus sabios conocimientos al formarme profesionalmente durante mi instancia universitaria, sin ellos, este sueño tampoco sería posible. Pero principalmente agradezco a mi tutor, el MgS. Diego David Moposita Vásquez, por ser un excelente guía para mi proyecto de tesis.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 PROBLEMA	16
1.2.1 Identificación y descripción del problema.....	16
Formulación del problema.....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4 OBJETIVOS.....	18
1.4.1 General.....	18
1.4.2 Específicos.....	18
CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Estado del arte	19
2.2. Marco teórico.....	20
2.3. Cerdos.....	20
2.4. Principales razas	20
2.4.1. Raza Pietrain.....	20
2.4.2. Raza Cambridgeshire	21
2.4.3. Raza Duroc	21
2.4.4. Hampshire.....	21
2.5. Etapas de desarrollo del cerdo	21
2.6. Importancia de parámetros productivos.	22
2.7. Nutrición.....	23

2.7.1.	Energía.....	23
2.7.2.	proteínas y aminoácidos	23
2.7.3.	Relación energía/proteína	24
2.7.4.	Minerales	24
2.7.5.	Vitaminas.....	25
2.7.6.	Requerimientos de nutrientes para cerdos en crecimiento y engorde.....	25
2.8.	Alimentos balanceados	26
2.9.	Descripción de principales materias primas a utilizar para la elaboración de un balanceado	26
2.10.	Descripción de elaboración de alimentos balanceados.....	28
2.11.	Uso dietas alternativas	29
2.11.1.	Residuos de panadería	29
2.11.2.	Semolina de Arroz	29
2.12.	Papa china (<i>Colocasia esculenta</i> L)	29
2.12.1.	Origen	29
2.12.2.	Análisis químico de la harina de Papa china	30
2.12.3.	Proceso de elaboración de la harina	30
2.13.	Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	31
2.13.1.	Cultivo de yuca en el Ecuador	31
2.13.2.	Harina de yuca	31
2.13.3.	Proceso de elaboración de la harina	31
2.13.4.	Análisis químico de la harina de Yuca	32
2.14.	Evaluación química o análisis bromatológico de los alimentos balanceados	32
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....		34
3.1.	Tipo de Investigación	34
3.2.	Diseño de Investigación.....	34
3.3.	Técnicas de recolección de Datos.....	34
3.4.	Población de estudio y tamaño de muestra.....	34
3.3.1	Lugar de la investigación.....	34
3.3.2	Muestra	34
3.4	Variables.....	35
3.4.1	Variables independientes	35
3.4.2	Variable dependiente	35
3.5	Formulaciones	35

3.5.	Conversión cárnica del animal	36
3.6.	Hipótesis	36
3.7.	Método de análisis y procesamiento de datos.	37
3.5.1	Análisis de varianza (ANOVA).....	37
3.5.2	Prueba de Tukey	37
3.6	Recursos	37
3.7	Proceso para la obtención de harina de yuca y papa china.....	39
3.7.1	Descripción del proceso para elaborar harina de yuca y papa chica	40
3.8	Diagrama de flujo para la elaborar del alimento balanceado	41
3.8.1	Descripción de elaboración del alimento balanceado.....	41
3.9	Metodología de comparación de peso del cerdo en la etapa de engorde.....	42
3.10	Tratamientos	43
3.11	Metodología de análisis bromatológicos obtenidos del mejor tratamiento evaluando la ganancia de peso y talla	43
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1	Resultados de la ganancia de Peso, Talla y conversión cárnica de los porcinos	44
4.1.1	Peso.....	44
4.1.2	Talla	44
4.1.3	Conversión cárnica	45
4.2	Análisis estadístico de los datos (Variable Peso)	46
4.2.1	Prueba de tukey	47
4.3	Análisis estadístico de los datos (Variable Talla).....	48
4.3.1	Prueba de tukey	49
4.4	Resultados de análisis proximales del mejor tratamiento de balanceado	50
4.5	Discusión de los resultados	51
4.5.1	Mejor tratamiento para la ganancia de peso en porcinos en etapa de engorde.....	51
4.5.2	Discusión para ganancia de talla	52
4.6	Discusión sobre los resultados de los análisis proximales	53
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.	54
	RECOMENDACIONES.	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Taxonomía del Cerdo	20
Tabla 2 Necesidades nutritivas y relación energía	24
Tabla 3 Requerimientos de nutrición para cerdos en crecimiento y engorde.....	25
Tabla 4 Producción de balanceados.....	26
Tabla 5 Análisis químicos de la harina de papa china.....	30
Tabla 6 Análisis químicos de la harina de yuca	32
Tabla 7 Formulación para los alimentos balanceados	35
Tabla 8 Fórmula para análisis de varianza (ANOVA)	37
Tabla 9 Recursos utilizados en el estudio.....	38
Tabla 10 Análisis bromatológicos del alimento balanceado	43
Tabla 11 Ganancia de peso promedio por cada tratamiento.....	44
Tabla 12 Ganancia promedio de tallas obtenida por cada tratamiento	45
Tabla 13 Conversión promedio de alimento consumido por tratamiento.....	45
Tabla 15 Análisis de varianza para la variable peso.....	46
Tabla 16 ANOVA Peso	46
Tabla 17 Datos para el análisis del test de Tukey en la variable de peso (kg)	47
Tabla 18 Análisis de decisión de Tukey en el peso (kg)	47
Tabla 19 Datos estadístico para el análisis de varianza en talla (cm).....	48
Tabla 20 ANOVA Talla	48
Tabla 21 Datos para el análisis del test de Tukey en la variable de talla (cm).....	49
Tabla 22 Análisis de decisión de Tukey en la talla (cm).....	50
Tabla 23 Resultados físico químicos del balanceado	51

RESUMEN

Los alimentos balanceados destinados a la nutrición de los animales en el campo, han sido objeto de estudio en los últimos años debido al incremento de los índices de consumo de carne de cerdo y el aprovechamiento de productos infrautilizados de la zona en la alimentación de cerdos como es la yuca y la papa china pueden aportar una mejor rentabilidad económica a los productores, haciendo necesarios la implementación de nuevas técnicas que involucren la utilización de materias primas infrautilizadas en la alimentación animal, mejorando costos de producción, rendimiento en cuanto a consumo alimenticio y la conversión cárnica, por lo expuesto, el trabajo de investigación se elaboró con la finalidad de desarrollar una formulación de balanceado para cerdos en la etapa de engorde (durante 30 días) a partir de productos infrautilizados de papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*), con una cantidad de alimento que correspondió a 2,5 kg por cerdo fraccionados en tres etapas del día (06:00; 12:00 y 18:00).

Mediante un análisis sobre los componentes que conforman los alimentos balanceados, se realizó una investigación experimental de campo y de tipo descriptiva, que permitió medir las variables peso y talla, mediante la elaboración de las formulaciones y la muestra testigo que fue T₀ (balanceado comercial de la marca PRONACA), sirvió para analizar los datos de forma crítica, se aplicó un diseño estadístico completamente al azar con 4 tratamientos los que fueron codificados como (T₀, T₁, T₂, T₃) con 3 repeticiones, para asegurar la exactitud de los datos se aplicaron un ANOVA con test de Tukey al 0.05 (índice de significancia) con análisis de cola derecha. Para el desarrollo metodológico de la investigación se estableció una hipótesis nula, como resultado se determinó que el T₃ tuvo un 44.22% en peso promedio ganado mejor que todos los tratamientos y una conversión cárnica promedio de 12.07% en contraposición al tratamiento testigo (T₀) el cual obtuvo valores de 43.12% en peso promedio ganado y una conversión de 13.19%, el resultado de la investigación determina que el (T₃) fue el mejor tratamiento que tiene un 15 % de inclusión de harina de yuca y un 15 % de harina de papa china al que se realizó los análisis bromatológicos, obteniendo resultados de Calcio mg/100g 3335.479, Cenizas 17.6%, Fibra bruta 15.9%, Fósforo mg/100g 382.24, Grasa 11.9%, Humedad 6.2% y Proteína 17.8%. En conclusión, se puede determinar que la inclusión de productos infrautilizados como es yuca y papa china, inciden en las variables peso, proporcionando alternativas de alimentación al agropecuario, de la zona de Pastaza.

Palabras claves: infrautilizados, porcinos, papa china, yuca, tubérculos y conversión cárnica

ABSTRACT

Balanced feed destined for animal feeding in the livestock field has been the object of study in recent years due to the increase in world consumption rates, causing the need to implement new techniques that involve the addition of natural raw materials in a daily diet for the animal, directly improving performance and meat conversion in the food industry, For this reason, the research work was elaborated with the purpose of creating a balanced formulation for the feeding of pigs in fattening stage from underutilized products of Chinese potato (*Colocasia esculenta*) and cassava (*Manihot esculenta*), through an analysis of the methodology needed and all those components that make up the feed industry, an experimental field research of descriptive type was carried out, which allowed measuring the variables of weight and size in the research, such as the elaboration of the formulations and the control sample that served to analyze the data critically, for this case a completely randomized statistical design was applied with 4 treatments (T0, T1, T2, T3) and 3 repetitions, where T0 was a commercial feed of the PRONACA brand. To ensure the accuracy of the data, an ANOVA was applied with Tukey's test at 0.05 significance with right tail analysis. For the methodological development of the research a null hypothesis was established, as a result it was determined that T3 had a 22.2 kg in average weight gained and an average meat conversion of 2.64 kg of T2, in contrast to the control treatment (T4) which obtained values of 20.3 kg in average weight gained and a conversion of 7.74 kg, corroborating the results of the null hypothesis. 74Kg corroborating the effectiveness of the treatment (T3) which was a 15% inclusion of cassava flour and 15% of Chinese potato flour, establishing an answer to the problem about the inclusion of this variety of tubers for feeding in the livestock industry since it obtained a positive impact on the daily diet of the animals. Results were obtained for Calcium mg/100g 3335.479, Ash 17.6%, Crude fiber 15.9%, Phosphorus mg/100g 382.24, Fat 11.9%, Moisture 6.2% and Protein 17.8%. Finally, it was determined that there were differences between some of the treatments, achieving weight gain in the pigs that were the research subjects.

Key words: feed, swine, chinese potato, yucca, tubers, meat conversion.

Reviewed by:



Lic. Mishell Salao Espinoza

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0650151566

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Los alimentos balanceados en la nutrición animal es el factor más importante de industria pecuaria, debido a las diferentes actividades que conlleva al proceso de elaboración, una buena formulación tiene nutrientes necesarios para el desarrollo animal en cada etapa. La nutrición animal ha sido sujeto de estudio para determinar los rendimientos del animal a través de alimentos previamente elaborados que garantizan la calidad del producto terminado, que se utiliza en la industria alimenticia (Buenaño, 2015).

Los alimentos a base de carne de cerdo, embutidos o subproductos suelen ser consumidos en su gran mayoría por todos los grupos de personas en la sociedad gracias a su principal fuente de proteínas y grasas, seguida de la carne de aves, vacuno y otro tipo de carnes (Gutiérrez *et al.* 2017). Como menciona Gutiérrez *et al.*, (2017) después de la domesticación de los cerdos de campo o jabalíes como se los conocía en la antigüedad, la industria pecuaria se empezó a realizar la cría intensiva por parte de pequeñas granjas en toda Europa, pero en las últimas décadas (80, 90), tomó una mayor importancia ya que la producción de cerdos y carne se incrementó a nivel mundial. De acuerdo a estadísticas indican que la carne de cerdo es la más consumida en el mundo (43%), seguida por la carne de aves (33%), luego la carne de res (23%) y finalmente apenas con el 1% corresponde a la carne de pavo (Gutiérrez *et al.* 2017).

Según datos actualizados por la asociación de productores de cerdos ecuatorianos (ASPE), la industria pecuaria viene evolucionado desde el año 2007, donde se ha evidenciado el incremento considerable en el sector, en el Ecuador la crianza de los porcinos se ha duplicado en los últimos 10 años, y se debe a la alta demanda de los consumidores de este tipo de carne, pudiendo encontrar en el mercado un expendio de manera directa (carne) o industrializado (botones, chorizo y otros). (Corporación Nacional Financiera, 2018)

Por otro lado para la Amazonia ecuatoriana la realidad es distinta, pues es la región que menos registro de producción de carne de cerdo presenta, esto se debe principalmente a la carencia de tecnología, poca tecnificación de los procesos y desconocimiento sobre los requerimientos nutricionales del cerdo por parte de los productores y sobre todo el elevado coste de alimentos balanceados, lo que conduce a una limitada producción de cerdos en la zona y se limite a una explotación tradicional de crianza de traspatio, su alimentación se

compone principalmente de los residuos de las propias cocinas, lo que muchas veces puede ocasionar que los cerdos sean portadores de enfermedades (Prada, R, 2012).

En el Ecuador la siembra de la yuca se da en el oriente y costa, este tubérculo es cultivado por pequeños productores que contiene hidratos de carbono complejos, ideal para una dieta equilibrada, además es un alimento saludable en cuanto a su alto contenido en minerales como el potasio y magnesio y vitaminas C, B₆. A nivel nacional existen entre 27 mil a 30 mil hectáreas de yuca. En la provincia de Manabí se encuentra la mayor parte 6000 hectáreas. Este tubérculo no demanda el uso de productos químicos. Cabe destacar que existen varias investigaciones de la yuca en las provincias de Manabí, Loja, Santo Domingo y en la Amazonía, con las comunidades Shuar, en donde se identificaron variedades (yuca) que poseen un 2% de proteína, debido a que se produce en suelos pobres o en tierras marginales, se necesita de pocos fertilizantes, plaguicidas y agua; el cultivo de la yuca es de subsistencia por su alta producción de calorías por unidades de área, por la estabilidad de sus rendimientos y por el largo periodo de cosecha potencial (8 y 24 meses después de la siembra). También es una fuente barata de calorías la cual tiene acogida entre los consumidores rurales y urbanos, es considerado como un producto prioritario en la seguridad alimentaria (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017).

La papa china se produce en la provincia de Pastaza, en parroquias como: teniente Hugo Ortiz, San José, Césaro Marín, San Pedro, San Pablo de alishungo y el Triunfo. En la parroquia Teniente Hugo Ortiz, se registraron alrededor de 100 hectáreas de cultivo lo que refleja el alto consumo de este alimento, sus habitantes se han dedicado a la producción de papa china con la finalidad de fortalecer su economía familiar. Por otra parte, la *Colocasia esculenta* L, también forma parte de la familia de tubérculos que por sus altos contenidos de almidón y fibra dietética ha sido utilizada en la alimentación humana y con gran potencial como alimento animal especialmente en cerdos (Caicedo et al., 2014)

1.2 PROBLEMA

Actualmente los que se dedican a la crianza de cerdos depende en gran porcentaje del precio del alimento balanceado comercial, por sus altos precios tienen un margen de ganancia nula, por lo tanto la búsqueda de una formulación óptima aprovechando los productos infrautilizados de la zona que son fácil de conseguir como yuca (*Manihot esculenta*) y papa china (*Colocasia esculenta*) que contiene gran cantidad de almidón y fibra, es la mejor opción para sustituir parcialmente las materias primas tradicionales como maíz y soya que conforman el 70% del balanceado.

Los porcicultores de la amazonia en general carecen de conocimiento de usar los productos infrautilizados como la papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*) en una formulación de alimentos balanceados, Según Danura (2018) “En la provincia de Pastaza, la producción de Papa China (*Colocasia esculenta*) está en auge, existen alrededor de 198,98Ha de cultivo, de las cuales el 60% es exportada y el 40% restante es considerada como desecho al categorizarla”, por tal razón permite una disponibilidad amplia para diferentes usos, como el de alimentación animal.

La presente investigación está enfocado a solventar algunas de las necesidades nutricionales y económicas del sector porcino en la Amazonía, a través de la propuesta de una alternativa sustentable que consiste en la formulación de alimentos balanceados con materias primas infrautilizadas como la yuca y la papa china, que aportan nutrientes en la dieta de animales, puesto están constituidos principalmente de almidón lo cual hizo posible la sustitución de cereales como el maíz y la soja, logrando así una correcta dieta para porcinos y reducción de costos en la producción, lo que en consecuencia beneficiará a pequeños y medianos porcicultores entre el mercado nacional con precios más competitivos.

1.2.1 Identificación y descripción del problema

Formulación del problema

¿Como la elaboración de balanceados a partir de productos infrautilizados de papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*) ayudará a los cerdos en la etapa de engorde?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La industria agropecuaria se encarga de solventar las necesidades y demandas de la población mundial en cuanto al consumo de carne y otros derivados, los requerimientos del mercado y los hábitos alimenticios de las diferentes poblaciones varían dependiendo los países o regiones, sin embargo el objetivo es el mismo, ofrecer alimentos inocuos y de calidad que permitan generar alto rendimiento en la producción animal, es decir una conversión alimenticia más óptima sin afectar la salud del animal.

La nutrición en los cerdos es un factor importante debido a que la cantidad de alimentos consumido son determinantes en la rentabilidad económica en los pequeños, medianos y grandes productores del sector. En la producción porcina se estima que el 70% de los costos corresponde a la alimentación, he ahí la importancia de buscar nuevas fuentes naturales que se puedan utilizar para la alimentación de los cerdos sin afectar el objetivo de ofrecer alimentos con un alto valor en nutrientes.

Los cerdos requieren alimentos fortificados que logren satisfacer sus necesidades metabólicas para que cumplan los estándares de calidad en la industria pecuaria, por lo que es indispensable elaborar proyectos que ayuden a la investigación de nuevas materias primas que tenga nutrientes y que puedan ser aprovechados para el consumo de los cerdos. Este es el caso de la papa china (*Colocasia esculenta*) y la yuca (*Manihot esculenta*) que mediante investigaciones previas se ha podido determinar que contribuyen en la etapa de engorde del cerdo debido a que dentro de su composición nutricional se encuentran presentes proteínas, vitaminas y minerales, sin afectar los rasgos de comportamiento zootécnico de los mismos.

Por lo tanto, analizar los factores que influyen en la fabricación del alimento que se le provee a los porcinos es de vital importancia debido a que a partir de las necesidades del animal se determina una fórmula adecuada que cumpla todos los requerimientos nutricionales que requiere (cerdo), para que con ello se logre incrementar el peso y sea saludable.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Elaborar balanceados a partir de productos infrautilizados de papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*) para cerdos en la etapa de engorde.

1.4.2 Específicos

- Obtener harinas a partir productos infrautilizados como yuca (*Manihot esculenta*) y papa china (*Colocasia esculenta*.) mediante un proceso de deshidratación y molienda.
- Determinar la formulación óptima mediante 3 tratamientos con la sustitución parcial de productos infrautilizados como papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*) a los productos convencionales como maíz y soya.
- Comparar los tratamientos de estudio con un balanceado comercial en relación con la ganancia de peso de los porcinos.
- Realizar mediante análisis bromatológicos (% proteína, % grasas, % cenizas, % humedad, % fibra, % minerales totales) la calidad del producto balanceado después de la evaluación del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.

2.1.Estado del arte

Gutiérrez, Guachamín y Portilla (2017), referente a su estudio “Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (*Sus scrofa domestica*) en Nanegal, Pichincha, indican que para su estudio utilizaron residuos de plátano, zanahoria blanca y camote, como complemento de balanceado de cerdos, con cuatro tratamientos y 12 machos castrados de raza Landrace x Pietrain, teniendo como objetivo alcanzar 0.9 kg/día por ganancia de peso, conversión alimenticia de 3.4 y rendimiento de canal un 78 %, espesor dorsal de 25 mm. En conclusión obtuvieron el resultado deseado, determinando que el consumo de alimento en etapa de crecimiento los T1 (100 % balanceado) y T4 (60 % balanceado + 40 % de harina de camote) registraron mejor consumo (1.83 - 1.75 kg/día) y en etapa de engorde (2.58 – 2.79 kg/día), en ganancia de peso, los T1 (100 % balanceado) y T2 (60 % balanceado + 40 % plátano de verde) obtuvieron mejores resultados con valores de (1.07 y 1.04 kg/día), mientras que los T3 (60 % balanceado + 40 % de zanahoria blanca) y T4 (60 % balanceado + 40 % de harina de camote) obtuvieron (0.94 y 0.91 kg/día), respecto a conversión alimenticia (C.A) que obtuvieron los cerdos. Resaltó el T4 con un valor de 3.6 %, seguido del T3 con 3.5 % de C.A, respecto a RC (rendimiento canal), se obtuvo que el T1 fue el mejor con un valor de 83.5 %, seguido del T2 con 81.6 % y grasa dorsal (GD), los cerdos del T2 y T4, alcanzaron grasa dorsal con valores de 28.0 mm y 25.0 mm.

Algunos experimentos realizados en el sector porcino de la granja experimental Iguatemi, propiedad del centro de Ciencia Agrícola de la Universidad Estatal de Maringá, analizaron rendimientos de la fruta de maracuyá, en la cual extrajeron la pulpa de la misma para elaborar una harina y poder alimentar a los cerdos. Se realizaron dos experimentos (digestibilidad y rendimiento) para evaluar el uso de harina de maracuyá en la dieta de los porcinos de engorde y crecimiento. Un ensayo de digestibilidad se llevó a cabo, en el que la harina de semillas de maracuyá reemplazó a la dieta de referencia 0 % fruto de maracuyá en niveles de 4, 8, 12 y 16 %, donde la semilla de fruta de maracuyá mostró 3244 Kcal/g de energía digestible y 3223 Kcal/kg de energía metabolizable, para esto se utilizaron, 150 cerdos, 75 en la fase de engorde y 75 en la fase de crecimiento, con peso corporal inicial de 30.63 ± 1.49 y final de 60.38 ± 4.75 kg en etapa de crecimiento y en etapa de engorde con peso inicial de 60.40 ± 1.50 y final 90.02 ± 4.84 kg. Con la semilla de maracuyá, se trataron cinco dietas, con cuatro niveles de inclusión al 4, 8, 12, 16 % y una dieta control al 0% con semilla

fruto de maracuyá, dando como resultado que los niveles de harina de semilla de maracuyá no influyeron ($P>0.05$) las variables de desempeño. Los niveles séricos de colesterol aumentaron literalmente con ($P 0.05$) al aumentar los niveles de maracuyá en las dietas. Concluyeron que se puede usar la semilla de fruto de maracuyá hasta un 16 % en la etapa de crecimiento y terminación de cerdos (Buenaño, 2015)

2.2. Marco teórico

2.3. Cerdos

2.3.1. Taxonomía del cerdo

Tabla 1

Taxonomía del Cerdo

Taxonomía del Cerdo	
Reino	Animalia
División	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Suidae
Nombre Científico	<i>S.scrofa domesticus</i>
Nombre común	Cerdo

Nota. Taxonomía de los cerdos, es una subespecie de mamífero artiodáctilo

Según Campadal (2013) describe a un puerco con pelo en la punta de la cola, pelo áspero y una capa menor deficiente. Su cabeza es larga, el cuello es corto, y el cuerpo de un tonel fuerte. Las hembras tienen 10 pares de pechos y sus estómagos no son rumiantes. Tienen ojos y orejas pequeños, pelos en la cabeza y una nariz larga hasta el final, y sus patas delanteras están separadas al ancho de los hombros.

2.4. Principales razas

2.4.1. Raza Pietrain

La raza Pietrain, es originaria de Bélgica, estuvo a punto de extinguirse durante la segunda guerra mundial, debido a la falta de grasa que la identifica. La raza Pietrain se reconoció legalmente como raza integrada en España en 1988, definiéndose su prototipo racial e instaurándose su libro genealógico, cuya gestión e inspección la realiza la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Porcino Selecto. Su procedencia se halla en los puercos normandos muy conformados y en una mutación biológica en un 80% de la raza (Campadal, 2013).

2.4.2. Raza Camborough

Según Campadal (2013) Se utiliza como línea materna, posee un temperamento dócil, mayor número de lechones por camada; gran prolificidad, menos grasa, es rústico. La productividad en la hembra es una característica de producción clave para los productores alrededor del mundo. Desde la introducción de la primera hembra Camborough, PIC ha establecido los estándares internacionales para total de nacidos, cerdos destetados, ganancia de peso de la camada, habilidad materna y su vida reproductiva global, altamente prolífica con excelente habilidad materna, asociado a la eficiencia alimenticia y durabilidad.

2.4.3. Raza Duroc

Es un tipo de cerdo de color rojo ladrillo, de cabeza pequeña con orejas semiarqueadas y mandíbula mediana con cuello corto y grueso, pueden llegar a pesar hasta 700 g/día si se implementan buenas prácticas de manejo. Es una raza muy resistente a enfermedades y se adaptan al clima cálido, en tiempos de cría producen gran cantidad de leche y tienen instinto materno (Didier, 2015).

2.4.4. Hampshire

Los cerdos de esta raza poseen cabeza pequeña y orejas medianas erectas, presentan una capa de piel de color con cerdas lisas y extremidades anteriores que son blancas. Fue la primera raza de cerdos encargadas de producir carne de calidad y sin grasa, además se adaptan a climas trópicos. Son animales rústicos, y pueden llegar a pesar 95 kg en tiempo menor a 6 meses de edad. Cuando son madres muestran gran temperamento maternal y buena producción de leche para sus crías (Didier, 2015).

2.5. Etapas de desarrollo del cerdo

Según Camacho (2019) las etapas del desarrollo del cerdo se clasifican de la siguiente manera.

Etapas de inicial: esta etapa la cría tiene que aplicar mecanismos de supervivencia para adaptarse en el menor tiempo posible. Apenas nace, es necesario que ingieran calostro (la primera secreción de la glándula mamaria después del parto), desde 1 hasta 21 días.

Etapas de crecimiento: En esta etapa se debe mantener los pesos corporales de los cerdos llevando un control del suministro de alimentos, el tiempo comprendido de este periodo es de 22 hasta 75 días.

Etapas engorde: De acuerdo con Didier (2015) el período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este período ocurre cerca de los 76 hasta 110 días y termina cuando el cerdo es enviado a mercado.

Los cerdos deben alcanzar un peso de 90 kg en el lapso de 4 meses es por ello por lo que se deben individualizar los comederos para que la camada crezca en forma pareja, hay que saber adecuar los corrales para que cada miembro de la camada vaya respetando su alimento, así no se perjudicaran en el desarrollo igualitario. Es necesario que la carne del cerdo tenga más músculo que grasa, para que sea aprovechada por muchos consumidores; para crear un negocio rentable de cerdos se debe manejar la alimentación por porciones exactas y mantener apuntados los gastos invertidos en la salud del animal y el aseo de sus corrales (Bernal et al., 2019).

2.6. Importancia de parámetros productivos.

2.6.1. Consumo de alimento

Este es el parámetro más importante en el programa de alimentación. Está influenciado por muchos factores, como el nivel de energía de la dieta, las condiciones ambientales, el peso corporal del animal, el estado de producción y la genética. Por lo tanto, es muy importante entenderlo, porque de ello dependerá en gran medida otra productividad. Es difícil que una granja porcina que no conoce su consumo de alimento para animales produzca productivamente, porque no sabe si el precio del alimento se ve afectado por: enfermedades, cambios en la calidad del alimento, factores ambientales, suministro insatisfactorio con la cantidad correcta de alimento. comida, desperdicio o robo. (Vega, 2016)

2.6.2. La ganancia de peso

Esta es una variable importante que determina si un programa de nutrición funciona o no. También se utiliza para estimar el tiempo que necesita un animal para alcanzar el peso de mercado. También es útil para ver si el animal está ganando el peso adecuado para la etapa de producción en la que se está consumiendo. En cada etapa de la crianza, el aumento de peso depende de la capacidad genética del animal, así como del consumo y la calidad del alimento. (Vega, 2016).

2.6.3. Conversión cárnica

Se utiliza para determinar la eficacia de la comida de un animal. Se puede definir como la cantidad de alimento necesaria para producir una unidad de aumento de peso. La conversión se calcula dividiendo la ingesta de alimentos por el aumento de peso. Ambos parámetros deben estar en la misma unidad y para un día o período determinado. Lo más importante para un criadero es calcular la conversión total finca-alimento, la cual se obtiene dividiendo la compra total de alimento por el kilogramo de carne producido en el mercado. Este valor debe ser inferior a 3 unidades. (Vega, 2016).

Cuando se trata de las características de la canal, la genética del animal influye mucho en ellas. Debe esperar un rendimiento de la canal de al menos el 75 %, grasa dorsal de menos de 20 milímetros (mm) y un porcentaje magro de más del 50 %. Los cerdos de nuevas líneas genéticas tienen valores más eficientes que antes; sin embargo, existen diferencias entre las líneas de negocio. (Vega, 2016).

2.7. Nutrición

Según Castro (2013) los requerimientos nutricionales en cuanto a cada uno de los elementos de dieta en las diferentes etapas de crecimiento y engorde deben de considerar las siguientes cuestiones:

2.7.1. Energía

Los cerdos raramente retienen más del 50% de la energía que se les proporciona, lo que sugiere un ineficiente uso de la energía de la dieta. En la mayoría de las dietas, aproximadamente del 80 % al 90 % de la dieta energética es digerida, y está potencialmente disponible para el animal. No toda la energía que se digiere (y absorbe) puede ser retenida, ya que el animal perderá energía en la orina (principalmente en la urea) y como metano. Aparte de estas pérdidas "físicas" de energía, una gran parte de la energía se pierde como calor.

La energía se almacena en el cuerpo del animal como glicógeno, proteína, o lípidos. Las reservas de glicógeno tienen un papel en el metabolismo energético a corto plazo. El glicógeno del hígado y del músculo es sintetizado a partir de la glucosa después de una comida, y se utiliza para otros propósitos más tarde. A largo plazo, las reservas de glicógeno varían poco y representan una pequeña proporción de almacenamiento de energía. Al peso normal de sacrificio, el tejido adiposo será el más importante almacén de energía. A pesar de que a igual peso la masa de músculo es mucho mayor que la masa de tejido adiposo, la densidad energética del tejido adiposo (mayormente lípidos) es de tres a cuatro veces mayor que la del tejido magro (agua, proteína y lípidos inter- e intramusculares). (Marón, 2015).

2.7.2. proteínas y aminoácidos

Las proteínas son moléculas grandes y complejas que desempeñan muchas funciones críticas en los animales, realizan la mayor parte del trabajo en las células y son necesarias para la estructura, función y regulación de los tejidos y órganos de los cerdos . El concepto de proteína ideal se refiere a la relación de los aminoácidos tomando como referencia la Lisina. Dicha proteína ideal puede definirse como aquella en la que todos los aminoácidos que la componen actúan como limitantes o, dicho de otra manera, es una proteína

inmejorable por más que se le añada cualquier aminoácido, y únicamente con la adición de todos los aminoácidos simultáneamente se podrá mejorar la retención de nitrógeno por parte del animal.

Las fuentes de proteína vegetal más importantes son la harina de soja, girasol, canola, alfalfa y afrecho de trigo. Las fuentes de proteínas animal son el plasma, harina de sangre spray, huevo, pescado, carne y huesos, leche en polvo y suero de queso (Danura, 2018).

2.7.3. Relación energía/proteína

El cerdo ajusta su consumo hasta cubrir sus necesidades energéticas, por lo que al aumentar la energía en el alimento disminuye el consumo, por lo tanto, al aumentar la energía se debe aumentar la concentración de aminoácidos.

Tabla 2

Necesidades nutritivas y relación energía

Etapa kg	Energía Digestible (MJ/kg)	Proteína Bruta (g/kg)	Proteína Digestible (g/kg)	Energía digestible/ Proteína digestible
20	14	200	170	1:12
40-60	13	153	130	1:10
80-100	13	140	120	1:9
Hembra Preñada.	12,5	140	120	1:9
Hembra Lactante.	13	153	130	1:10

Nota. Proteína para distintas etapas de los cerdos (Danura, 2018)

Puede lograrse un máximo aumento diario con raciones ricas en energía, la mejor calidad del cerdo con raciones de alta concentración proteica o la mejor conversión con raciones equilibradas en la relación energía/proteínas (Danura, 2018).

2.7.4. Minerales

Se han encontrado hasta 45 elementos minerales en diferentes concentraciones en los organismos vivos. Solo 22 de estos se consideran vida silvestre importante. Los otros 23 minerales existen, pero aún no se han probado sus requisitos y funciones, interviniendo de esta forma en la reproducción y en el crecimiento (Danura, 2018).

Se clasifican en dos grupos: macro y micro minerales. Los macro minerales que se incorporan habitualmente son el calcio, fósforo, sodio y cloro, siendo el potasio aportado normalmente por los cereales. Los micro minerales más comunes son el zinc, cobre, hierro, manganeso, yodo, selenio, cromo y cobalto (Danura, 2018).

2.7.5. Vitaminas

Son sustancias que se necesitan para la función metabólica, el desarrollo de los tejidos, el mantenimiento y crecimiento, el normal estado sanitario, etc. Algunas pueden ser producidas en el organismo, pero se deben agregar a las dietas para obtener resultados óptimos de rendimiento. Cada vez son más necesarias debido a la fabricación de alimentos cada vez más simples, con pocos ingredientes y al tipo de explotación intensiva con mayores exigencias.

Las vitaminas se clasifican en liposolubles (A-D-E-K) y en hidrosolubles (las del grupo B, nicotínico, fólico, pantoténico, biotina y colina) (Danura, 2018).

2.7.6. Requerimientos de nutrientes para cerdos en crecimiento y engorde

Esta etapa es de vital importancia, pues se requiere de la máxima utilización de nutrimentos para elaborar su dieta. En la tabla 11 se ilustra los requerimientos nutricionales que necesita el porcino durante la etapa de crecimiento y engorde (Campagna, 2015).

Tabla 3

Requerimientos de nutrición para cerdos en crecimiento y engorde

Factores		Requerimientos según el peso vivo		
Nutricionales		20-35 kg	35-60 kg	60-100 kg
Energía digestible	(Mcal/kg)	3,38	3,39	3,39
Energía	(Mcal/kg)	3,17	3,39	3,39
Metabolizable				
Proteína	(%)	16	14	13
Lisina	(%)	0,7	0,61	0,57
Arginina	(%)	0,2	0,18	0,16
Histidina	(%)	0,18	0,16	0,15
Isoleucina	(%)	0,5	0,44	0,41
Leucina	(%)	0,6	0,52	0,48
Metionina + cistina	(%)	0,45	0,4	0,3
Fenilalanina + tirosina	(%)	0,7	0,61	0,57
Treonina	(%)	0,45	0,39	0,37
Triptófano	(%)	0,12	0,11	0,1
Valina	(%)	0,5	0,44	0,41
Calcio	(%)	0,6	0,55	0,5

Fosforo	(%)	0,5	0,45	0,4
---------	-----	-----	------	-----

Nota. Los requerimientos sugeridos por NCR para cerdos en etapa de engorde (Campadal, 2013)

2.8. Alimentos balanceados

La actividad agroindustrial incluye una cadena alimenticia que se difunde de la siguiente forma: el sector agrícola con la producción de maíz, trigo, sorgo y soya, el sector industrial con balanceados, el sector pecuario con la producción de animales y la industria con el procesamiento de carne y huevos en Ecuador, alrededor del 80 % del maíz que se consume corresponde a la demanda de las empresas procesadoras de balanceados para la alimentación de pollos, cerdos, camarones, etc., alcanza un consumo de 1192,510 x10 kg, esto en el año 2007 que incluye la producción nacional como la importada (Corporación Nacional Financiera , 2018)

Tabla 4

Producción de balanceados

Importador	%	
Asociación de fabricantes de alimentos balanceados “AFABA”	133712,30	38,30
Procesadora Nacional de Alimentos C.A. “PRONACA”	129409,49	37,1
Expalsa – Exportadora de Alimentos S.A.	19037,81	5,5
Pollo favorito S.A POFASA – SUPERMAXI	5516,16	1,6
Agripac S.A.	4057,78	1,2
Otros	56947,77	16,30
TOTAL	348681,31	100,00

Nota. Producción de balanceado en el ecuador (Campadal, 2013)

Para satisfacer la demanda del sector de alimentos balanceados se importó en el año 2010 alrededor del 49 % de maíz duro y el 95 % de pastas de soya. El principal objetivo de los alimentos balanceados es asegurar una alimentación equilibrada y que cumpla los requerimientos nutricionales.

2.9. Descripción de principales materias primas a utilizar para la elaboración de un balanceado

Las materias primas para utilizar dentro de la elaboración del balanceado pueden ser de origen animal, vegetal o aditivos.

- **Maíz amarillo duro:** El maíz es el cultivo de mayor importancia en la alimentación porcina de muchos países y es generalmente el ingrediente que aporta el mayor

contenido energético para la dieta de los cerdos, es uno de los granos más usados por la industria de balanceados, debido a su aporte nutricional, la planta de maíz está constituida por una raíz fibrosa, un tallo erecto, contiene dos tipos de flores la masculina y la femenina, la flor masculina esta sostenida por la panoja y da origen a la mazorca. Este producto agrícola es usado dentro de la formulación de la dieta hasta un 61 % (Chachapoya, 2014).

- **Torta de soja:** La soja o soya (*Glycine max*) es una semilla oleaginosa que es utilizada ampliamente en nutrición animal por sus propiedades nutricionales, esta materia prima puede tener cerca de 40% de proteína cruda, 20% de grasa y 5% de fibra. En la formulación, tiene un nivel de inclusión de 15 a 30 %, aparte del maíz. En el Ecuador la soja no es producida a gran escala, por ende, es importada. A causa de esto, su costo es alto debido a sus propiedades oleicas. (Mendoza, 2014).
- **Afrecho de trigo:** Chachapoya (2014), indica que se utilizada para la alimentación de porcino con diferentes intereses y funcionalidades según la fase fisiológica y el nivel de inclusión utilizado (palatabilidad, aporte de nutrientes, voluminosidad, retención de agua, regulación de tránsito intestinal, fermentación, regulación de microbiota, etc.) , es el resultado de la molienda de los granos de trigo. Su contenido proteico es de 10 a 15 %, y en fibra 18.40 %, también aporta cantidades considerables de fósforo y vitamina B a la formulación del balanceado.
- **Polvillo de arroz:** el polvillo de arroz es importante en la formulación de la dieta de los animales, porque promueve mejor digestibilidad gracias a su alto contenido de fibra. El polvillo de arroz es el resultado de la molienda de los granos de arroz (Prada, 2012).
- **Melaza de caña:** Es un derivado de la caña de azúcar, tiene un parecido a la miel, es de color oscuro y su sabor es dulce, es un líquido de textura espesa, actúa como saborizante dentro de la alimentación (Vargas y Pérez, 2018).
- **Aceite de palma africana:** Este aceite es extraído del palmiste, tiene un alto contenido de energía, por ende, es muy utilizado en las dietas (Prada, 2012).
- **Sal:** Su función principal es ser un saborizante, por lo tanto, acentúa el sabor en los alimentos, contiene calcio y manganeso, también es usado como conservante (Gutiérrez, Guachamín y Portilla, 2017).
- **Núcleos y premezclas:** se denomina núcleo a la mezcla de vitaminas, minerales, aminoácidos, antimicóticos, compuestos medicinales y promotores de crecimiento. Su función sirve para mejorar o completar la dieta balanceada del animal (Silva, 2016).

2.10. Descripción de elaboración de alimentos balanceados

Según Chachopoya (2014), la elaboración de un alimento balanceado se describe de la siguiente manera:

Recepción de materia prima: Este proceso incluye la aceptación de los insumos e ingredientes sean sólidos o líquidos, deben cumplir con los estándares de calidad establecidos de acuerdo con normas, por el contrario, son rechazados.

Almacenamiento: Se refiere a la agrupación ordenada de los ingredientes, resguardando calidad física y nutricional.

Formulación: Calcula y determina la cantidad de nutrientes a incluir en la dieta cumpliendo con especificaciones nutricionales de acuerdo con edad y etapa del animal. En este paso es importante saber el valor nutricional que contienen cada uno de los insumos.

Pesaje: Los ingredientes a usar en la formulación se pesan por medio de balanzas colgantes, móviles o fijas dependiendo de la cantidad o volumen que se vaya a elaborar.

Molienda: Este paso es necesario para las materias primas que requieren ser trituradas, la función de la molienda es reducir el tamaño de partícula de los insumos a utilizar.

Mezclado: proceso por la cual se va a introducir los ingredientes, aditivos y premezclas, para ser mezclados durante un tiempo determinado.

Paletización: la materia prima ya mezclada, en este paso recibe un proceso de precocción, mediante el cual, la mezcla es transformada a través de un molde o matriz con orificios que le va a otorgar forma cilíndrica llamado pellet.

Secado: Después de extruir el producto, se procede a secarlo, debe alcanzar una humedad final entre el 7-12 %, puesto que sale de la extrusora a un nivel de humedad del 22-30 %, se seca mediante una corriente de aire caliente.

Enfriado: Consiste en reducir la temperatura del producto terminado de 1 a 3°C, que se realiza mediante tambores rotatorios o mediante flujo de aire frío, para alcanzar una densidad estable.

Recubrimiento: en este paso se adiciona melaza o algún otro elemento, necesario para aumentar la palatabilidad.

Empacado: En este paso, se procede a empacar al alimento balanceado en bolsas o sacos, para después sellarlos correctamente y así evitar la contaminación del producto.

Almacenado: El lugar debe ser totalmente seco y limpio, ya que la harina absorbe con facilidad la humedad.

2.11. Uso dietas alternativas

2.11.1. Residuos de panadería

El pan duro y los sobrantes de pastelería constituyen una comida con alto contenido de carbohidratos y una proteína que puede llegar incluso al 10%. No obstante, se debe acompañar con una suplementación de proteína, minerales y vitaminas.

2.11.2. Semolina de Arroz

La semolina, salvado o afrechillo de arroz, es obtenido por el proceso de pulido del arroz previamente descascarado. Se compone de diferentes estructuras del grano: pericarpio, testa, aleurona y a menudo incluye al germen y partículas del endosperma (grano blanco); además de una contaminación variable con cáscara molida (Gallinger et al. 2013). Tiene un color cremoso, una textura de harina pajosa y una estructura ligeramente grasosa (Velásquez Pinto 2012). La semolina no solo se puede incorporar a la dieta de los cerdos por su menor costo sino por sus bondades y beneficio para la salud de los mismos; disminuye los biomarcadores inflamatorios en el suero sanguíneo y coadyuva en las funciones de la barrera intestinal, ayuda a controlar la diarrea por rotavirus y mejora la respuesta a la vacuna (Yang et al. 2014; Fan *et al.* 2020).

2.11.3. Suero

El suero es un subproducto importante de la producción de queso, ya que representa aproximadamente el 70 – 80 % del volumen de la leche. Al mismo tiempo, el suero es una fuente alternativa de proteínas de alta eficacia para los cerdos de engorde; pudiendo suministrar un tercio de sus necesidades de proteínas. La colaboración entre productores ecológicos de queso y granjas ecológicas cercanas puede ser beneficiosa para ambos. (Bernal, Álvarez, & Buendía, 2019)

2.12. Papa china (*Colocasia esculenta* L)

2.12.1. Origen

Según Amazónica (2017), el cultivo de la Papa China con el nombre científico (*Colocasia esculenta* L.), comúnmente llamado Taro es nativa de Asia, expandiéndose al norte de América del sur a lo largo del tiempo, hasta llegar a nuestro país, específicamente se descubrió la existencia de este tubérculo en la provincia de El Oro. Esta raíz alimenticia se la produce y cosecha en los siguientes lugares de nuestro país, como: Santo Domingo de los Tsáchilas y sus alrededores (vía a Quevedo, vía Chone y vía Esmeradas), Puyo, Morona Santiago y demás provincias del centro de la Sierra. Se conoce que este alimento es muy apetecido en los mercados internacionales debido a que su cultivo es netamente orgánico, por tal motivo los agricultores a lo largo del tiempo después de su aparición han destinado

la venta de este tubérculo a empresas que se dedican a la exportación, sin comercializarlo dentro del país.

2.12.2. Análisis químico de la harina de Papa china

Tabla 5

Análisis químicos de la harina de papa china

Análisis	Método	Unidad	Harina de Papa china
Grasa	MO-LSAIA-01.02	%	0,8
Proteína	PEE-LASA-FQ-1I-AOAC 991.20	%	4,8
Fibra	MO-LSAIA-01.04	%	3,65
Energía Metabolizante	MO-LSAIA-01.10	Mcal/kg	2,59
Calcio	MO-LSAIA-01.12	%	0,01
Fosforo	MO-LSAIA-01.13	%	0,01

Nota. Análisis Bromatológicos de la papa china (Amazónica, 2017)

2.12.3. Proceso de elaboración de la harina

Recepción de la materia prima: Se recepta la papa china de acuerdo con la cantidad a procesar.

Lavado y Picado: Se elimina todo tipo de impurezas el cual proporciona mal olor y se cortará mediante máquinas en rodajas.

Secado: Se secará con el fin de extraer un porcentaje del 66.90% de humedad el cual se realizará por evaporación en las rodajas o trozos de papa china.

Pulverizado: La reducción del tamaño del material mediante un molino manual o molino hidráulico.

Tamizado: Se tamizará cuando se haya triturado todas las rodajas de papa china para demostrar la calidad del producto ya que pueden existir residuos.

Empaque: La harina de papa china debe ser empacada al vacío en fundas de polietileno ya que son de baja densidad, evitando así cualquier contaminación en el Almacenamiento.

Almacenamiento: debe ser totalmente seco limpio, ya que la harina absorbe con facilidad la humedad (Camacho, 2019).

2.13. Yuca (*Manihot esculenta*)

La yuca (*Manihot esculenta*) es un cultivo importante en países asiáticos, africano y de América Latina, principalmente, por su participación en los sistemas agrícolas, y por su aporte a la dieta de la población tanto humana como animal. Las principales ventajas de la yuca son su mayor eficiencia en la producción de carbohidratos en relación con los cereales y su alto porcentaje de almidón contenido en la materia seca. Adicionalmente, es un cultivo cuya producción se adapta a ecosistemas diferentes, pudiéndose producir bajo condiciones adversas y climáticas marginales (Amazónica, 2017).

2.13.1. Cultivo de yuca en el Ecuador

La yuca se cultiva en el clima tropical, la estepa tropical, el monzón tropical y el punto periódico moderado, las principales provincias para producir yuca son Manabí, Pastaza, Napo, Los Ríos y Pichincha, porque su suelo contiene potasio y fósforo, los componentes necesarios para crecer bien. La yuca tiene el potencial de ser utilizado para la industria textiles, industria animal y otras industrias (Suárez, L & Mederos, V, 2012).

2.13.2. Harina de yuca

La yuca puede convertirse en una harina de alta calidad para utilizarse como sustituto de la harina de trigo, maíz y arroz entre otros. Para formulaciones de alimentos tales como pan, pasta, mezclas, etc. Amazónica (2017), El almidón de las raíces es el principal alimento animal que ofrece la yuca, normalmente, el contenido de M.S. (Materia seca) de la raíz fluctúa entre 34 y 38%, y el de almidón entre 75 y 80%. De una producción de 25 t, se obtienen 9.5 de M.S. y 7 de almidón, un pequeño porcentaje de la M.S. está constituido por proteínas (menos de 3%) y por fibra (menos de 4%).

2.13.3. Proceso de elaboración de la harina

Recepción de materia prima: Se receipta los residuos de cáscaras de papa y yuca provenientes de restaurantes y picanterías, puestos informales de comida rápida.

Lavado y desinfección: Se procede a realizar un lavado de las cáscaras de papa y yuca con abundante agua e Hipoclorito de sodio con una concentración de 100 ppm, para eliminar la suciedad de las cáscaras.

Secado: Para el secado de las cáscaras de papa, se usa un secador de bandejas, alrededor de 4 horas a 60 °C, se debe tener control de tiempo y temperatura. Para el secado de las cáscaras de yuca, es necesario el secado solar durante 5 días, este punto es muy importante ya que, por la acción de los rayos del sol, destruirá anti nutrientes que contienen estas cáscaras.

Molienda: Después de obtener las cáscaras de papa y yuca totalmente secas se procede a moler las cáscaras en un molino.

Tamizado: El tamizado se realiza con el fin de retirar partículas gruesas y obtener los dos tipos de harina con una textura muy fina.

Empacado: Se obtiene los dos tipos de harina de textura fina, para la formulación de un alimento balanceado, y se las empaca a la harina en sacos de polipropileno, para una mejor conservación (Camacho, 2019).

2.13.4. Análisis químico de la harina de Yuca

Tabla 6

Análisis químicos de la harina de yuca

Análisis	Unidad	Harina de Yuca
Grasa	%	0,75
Proteína	%	3.1
Fibra	%	1.70
Cenizas	%	2,59
Calcio	%	0,33
Fosforo	%	0,44

Nota. Análisis Bromatológicos de la harina de yuca (Amazónica, 2017)

2.14. Evaluación química o análisis bromatológico de los alimentos balanceados

La evaluación química o análisis bromatológicos es importante para la evaluación del contenido de un alimento balanceado, porque da a conocer la calidad del alimento, sus características, valor nutricional hasta sus adulteraciones, en donde el Ecuador se rige bajo la norma INEN 1829 para realizar este tipo de análisis (INEN, 2014).

Determinación de humedad: La determinación de humedad de los alimentos es un tipo de análisis muy importantes de realizar en un producto y a su vez uno de los más complicados al momento de calcular valores exactos, se lo puede expresar también en base seca. Existen varios métodos para determinar humedad, uno de ellos son el método de secado por estufa, en la cual se toma una muestra de 5 mg peso constante en un tiempo de 3 horas a 105 ± 1 °C (INEN, 2014).

Determinación de grasa cruda o extracto etéreo: Según Verdini (2019) la grasa cruda es la cantidad de grasa que contiene un alimento, por lo tanto, es un método basado en la extracción continua de calor de todas las sustancias solubles en éter de petróleo que proviene de una muestra seca. El extracto etéreo está formado principalmente por aceites y

grasas, y se incluye vitaminas, esteroides, ácidos orgánicos, pigmentos, etc. Este extracto obtenido se calienta a 100 °C por 15 minutos para eliminar compuestos volátiles (INEN, 2014).

Determinación de fibra cruda: La fibra cruda es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Es un método que permite calcular el contenido de fibra cruda de la muestra de un producto, para luego ser colocada en un matraz y se adiciona una solución de ácido sulfúrico en ebullición, para luego colocarla en un condensador, hirviendo por 30 minutos. Después se procede a filtrar para obtener un residuo y transferirlo a un crisol, colocándolo en una estufa a 130 °C por dos horas. Finalmente se incinera la muestra por 30 minutos a 600 ± 15 °C, el producto obtenido se lleva a enfriar a un desecador para pesar (INEN, 2014).

Determinación de proteína cruda: La proteína cruda se refiere al porcentaje de proteína que contiene un alimento, después de haberlo sometido a un análisis químico o bromatológico, el cual se efectúa mediante el método de Kjeldahl, que se basa en calcular el contenido de nitrógeno de una muestra, que suele ser el contenido de proteína dentro de la misma (INEN, 2014).

Determinación de cenizas: Este método consiste en la determinación de cenizas o minerales de la muestra de un alimento mediante calcinación. Para ello se necesita de un crisol de porcelana colocando una muestra seca de 2.5 a 5 g, para luego situarlo en una mufla y calcinarlo a 550 °C por 12 horas (INEN, 2014).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1. Tipo de Investigación

Se realizó una investigación cualitativa, donde procedió a determinar mediante método bibliográfico, la elaboración de balanceado para porcinos en etapa de engorde, también fue cuantitativa por el manejo de datos numéricos obtenidos en el estudio, se analizaron dos variables específicas peso y la talla. Además, fue de tipo explicativa ya que gracias al análisis bromatológico de la mejor formulación se determinó el porcentaje de proteína, grasas, cenizas, humedad, fibra y minerales totales que permitieron verificar la calidad del producto elaborado (T₃) en contraposición al balanceado comercial Pronaca (T₄).

3.2. Diseño de Investigación

Para el diseño de la investigación se realizó un estudio experimental debido a que se estableció la variable dependiente e independiente, que permitieron identificar el impacto que tiene el balanceado elaborado a partir harina de yuca y papa china en la alimentación de los porcinos en etapa de engorde, donde se plantean distintos tratamientos que permitieron identificar cual fue la mejor formulación de balanceado que inciden directamente en la variación de talla y peso en cada animal.

3.3. Técnicas de recolección de Datos

Se utilizó una hoja de registro para la recolección de los datos que fueron obtenidos durante las 4 semanas del estudio, obteniendo el peso (kg) y la medida (cm) cada semana en los 12 porcinos de mezcla (*Landrace* × *Pietrainde*) que fueron alimentados con las 4 formulaciones.

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

3.3.1 Lugar de la investigación

La presente investigación se ejecutó en dos fases: investigación de campo en la parroquia Madre tierra y la investigación en el laboratorio Lasa en la ciudad de Quito.

3.3.2 Muestra

Investigación de campo: Para la recepción de las materias primas de papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*), se recolectó en los productores aledaños de parroquia Madre Tierra cantón Mera, en el Km 1 de la vía Puerto Santana, estos productos fueron transformados en harinas para la elaboración de 4 tipos de balanceados y una muestra testigo (100% balanceado comercial), que fueron utilizados para alimentar a 12 porcinos durante 4 semanas. Todos los animales de estudio eran una mezcla (*Landrace* × *Pietrainde*) siendo

machos y hembras con un peso de 45 a 55 kilos cada uno y una edad de 4 meses, donde estaban distribuidos 3 cerdos por tratamiento.

Investigación de laboratorio: Debido a la pandemia y la poca disponibilidad de equipos y materiales para el análisis proximal de balanceados en las instalaciones de los laboratorios de análisis químicos en la Universidad Nacional de Chimborazo se procedió a llevar 3 muestras del mejor tratamiento (T₃), a las instalaciones del laboratorio Lasa, en la ciudad de Quito para verificar su calidad composicional.

3.4 Variables

3.4.1 Variables independientes

Porcentaje de inclusión de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y yuca (*Manihot esculenta*).

3.4.2 Variable dependiente

Balanceado para porcinos en etapa de engorde.

3.5 Formulaciones

En la investigación se formularon 3 tratamientos con 3 repeticiones, además se aplicó un balanceado convencional que fue una marca comercial de la empresa Pronaca llamada “Corralero” que permitió analizar los resultados de forma crítica con respecto al testigo, a continuación, se establecen las formulaciones utilizadas en el estudio;

Tabla 7

Formulación para alimentos balanceados

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
Ingredientes	kg	%	kg	%	kg	%
Harina de yuca	5	5	10	10	15	15
Harina de papa china	5	5	10	10	15	15
Maíz	35	35	30	30	25	25
Soya	19	19	14	14	9	9
Polvillo	19	19	19	19	19	19
Harina de pescado	6	6	6	6	6	6
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Aceite de palma	3	3	3	3	3	3
Melaza	3	3	3	4	3	3
Núcleos	4,5	4,5	4,5	6,5	4,5	4,5
Total	100	100	100	100	100	100

Nota. En la tabla se establece las distintas formulaciones que se utilizó en la investigación.

Tabla 8

Análisis físico químicos

Análisis garantizados	Control o testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Proteína (min)	15 %	13.5%	14.4%	17.8%
Grasa	8%	10.5%	11%	11.9%
Fibra bruta	10%	10%	11.5%	15.9%
Cenizas	12%	11.6%	11.9%	17.6%
Humedad (más)	13%	6.2%	6.2%	6.2%

Nota. En la tabla se establece las distintos análisis físico – químicos de los tratamientos y la formulación testigo.

3.5. Conversión cárnica del animal

Como establece Lazo (2016) la conversión cárnica en los animales es el proceso de cambio que el músculo sufre para convertirse en carne para ser consumida, este factor también establece la cantidad promedio de alimento consumido para determinar el rendimiento que tiene un animal al ganar masa muscular. El cálculo de este factor se obtiene de la siguiente manera:

Ecuación 1

Conversión Cárnica

$$\text{Conversión cárnica} = \frac{A}{(B - C)}$$

Dónde:

A: Alimento consumido (Kg)

B: Peso promedio del animal (Kg)

C: Peso inicial del animal (Kg)

3.6. Hipótesis

Ho: ¿Ninguno de los balanceados formulados a partir de la papa china (*Colocasia esculenta*) y la yuca (*Manihot esculenta*) incidirá en el aumento de peso del porcino durante la etapa de engorde en el periodo de estudio?

Ha: ¿Alguno de los balanceados formulado a partir de la papa china (*Colocasia esculenta*) y la yuca (*Manihot esculenta*) incidirá en el aumento de peso del porcino durante la etapa de engorde en el periodo de estudio?

3.7. Método de análisis y procesamiento de datos.

Se aplicó un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, donde T₄ correspondió al balanceado comercial, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las significancias a nivel estadístico, para la comparación de promedios se realizó una prueba de Tukey al 5 % de error. El esquema de la varianza se detalla en la tabla 9;

3.5.1 Análisis de varianza (ANOVA)

Tabla 9

Fórmula para análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de verificación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_i (\bar{x}_{ij.} - \bar{x}_{j..})^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_i (\bar{x}_{ij.} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

Nota. Tomado la técnicas de multivariantes en bioestadística, SC: Suma de cuadrados, k: número de tratamientos, N: número de datos, F: Valor critico de decisión, CM: Cuadrado medio, $\bar{x}$: Media

3.5.2 Prueba de Tukey

Ecuación 2

Diferencia mínima significativa aun cierto nivel de significancia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

3.6 Recursos

Tabla 10*Recursos utilizados en el estudio*

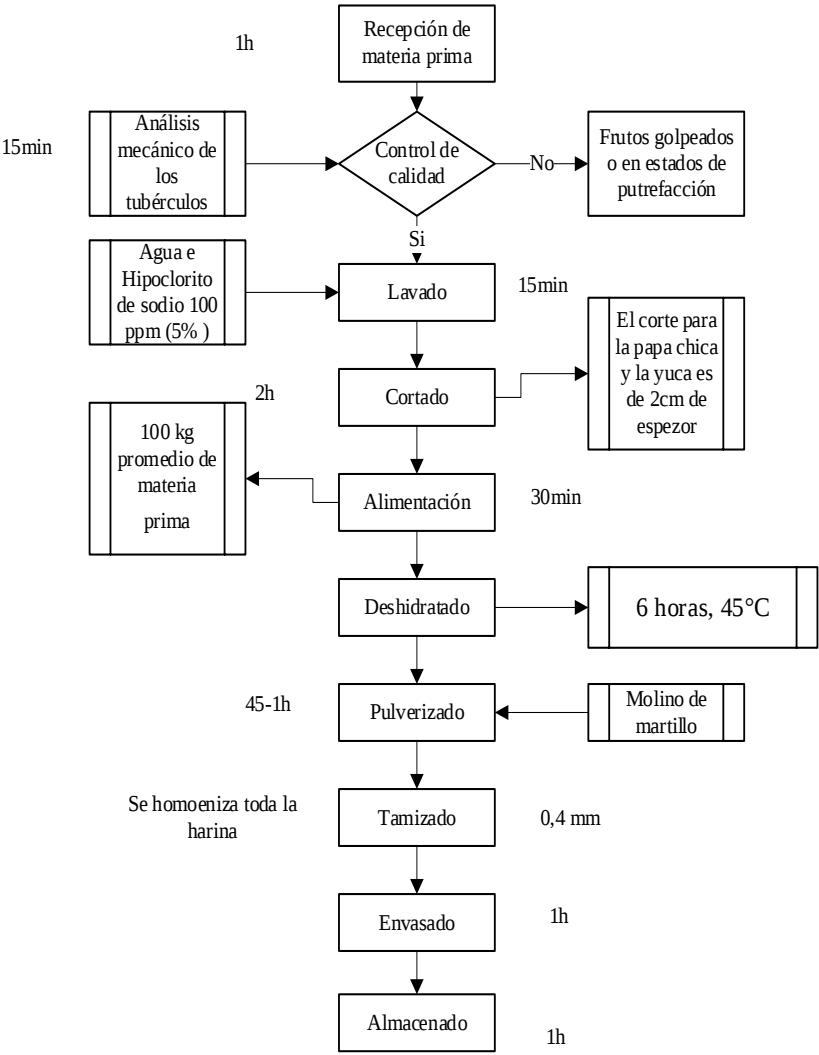
Materias primas e insumos	Equipos y Modelos		Determinaciones
Harina de yuca,	Molino de martillo	Artesanl	Grasas
Harina de papa china	Tamizador	Acerox	Cenizas
Maíz molido	Balanza digital	Casio	Humedad
Torta de soya molida	Secador de maíz	Modelos estándar 110V.	Proteína
Polvillo	Pulverizador	Osnox de 5hp.	Fibra
Harina de pescado	Gas		
Sal	Sacos		Fosforo
Aceite de palma	Ziploc		Calcio
Melaza y núcleos			

Nota. En la tabla se observan los materiales, equipos y análisis que se realizaron en la investigación.

3.7 Proceso para la obtención de harina de yuca y papa china.

Figura 1

Proceso para la obtención de harina de yuca y papa china



3.7.1 Descripción del proceso para elaborar harina de yuca y papa china

Recepción de materia prima: Se verificó la calidad de cada tubérculo observando que no se encuentre en estado de descomposición tanto para la yuca y papa china.

Lavado y desinfección: Se realizó con abundante agua e hipoclorito de sodio a 100 ppm, para eliminar la suciedad de las cáscaras de los tubérculos.

Picado o cortado: Se procedió a picar los tubérculos con cuchillos obteniendo un diámetro aproximado de 5 a 8 cm y un grosor o espesor de 2cm aproximadamente.

Secado: Se utilizó el secador de maíz de aire caliente alimentado a 110V, perteneciente a la junta parroquial de madre tierra, este proceso duro 10 horas a 40-50°C para el proceso de secado hasta obtener un aproximado de 12-14% de humedad en el producto.

Pulverizado: Después de obtener la yuca y la papa china totalmente seca se procedió a pulverizar las materias primas en un molino de 110V/220V modelo Osnox de 5hp hasta obtener un calibre de 0,5mm.

Tamizado: Para el tamizado de la harina obtenida se utilizó un juego de mallas o tamices N° 7 (0,6mm) y 8 (0,5mm) para el tamizado que se realizó con el fin de retirar partículas gruesas y obtener una harina muy fina aproximadamente 4mm.

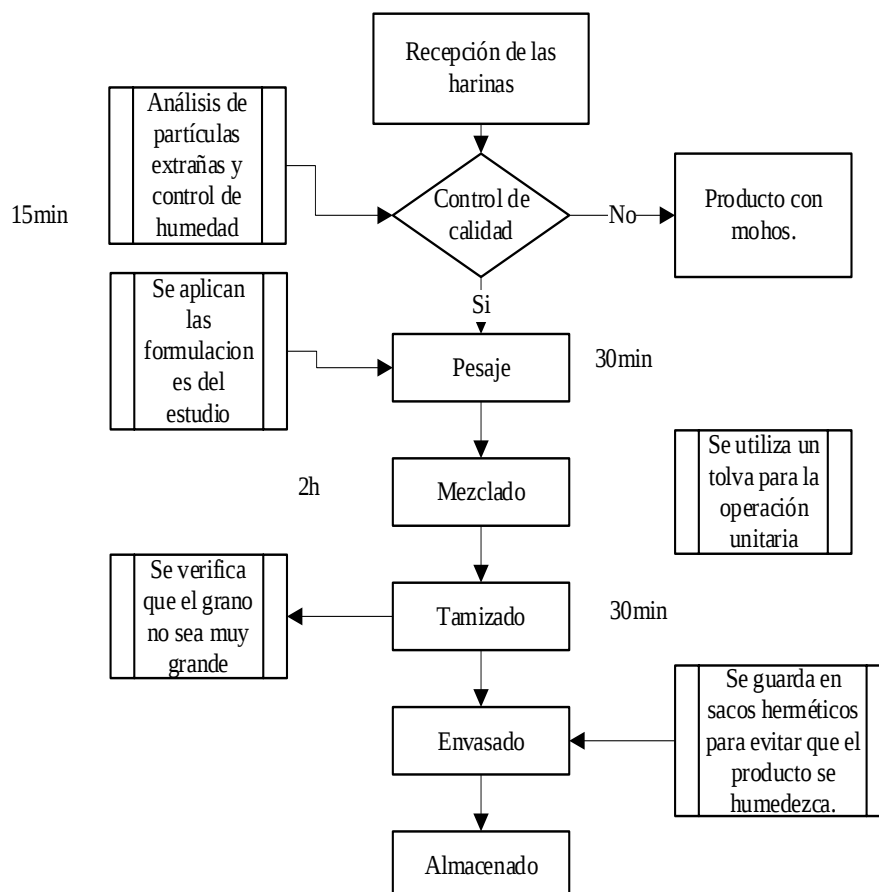
Envasado: Las harinas obtenidas se almacenaron en sacos de polipropileno de 50 Kg para evitar el contacto con la humedad y la contaminación cruzada.

Almacenado: Alimento balanceado luego de ser envasado se procedió almacenar en un espacio libre de humedad 88% y a temperatura ambiente (22C°).

3.8 Diagrama de flujo para la elaboración del alimento balanceado

Figura 2

Diagrama de flujo para la elaboración del alimento balanceado



3.8.1 Descripción de elaboración del alimento balanceado

Recepción de materia prima: Se recibió la harina de yuca y papa china verificando que esta se encuentre libre de materiales extraños como piedras o basura, adicional a esto el maíz molido, los demás ingredientes de la formulación fueron controlados con un tamiz N°4 (5mm) determinado una uniformidad en los granos de maíz, para su respectiva transformación.

Control de calidad: En esta etapa se realizó un control de calidad para verificar que las harinas utilizadas no se encuentren húmedas por medio de la termo balanza y la inspección de insectos o nematodos por medio de la observación que pueden afectar la microbiología de los productos finales.

Pesaje: Se pesó cada uno de las materias primas e ingredientes con una balanza semiindustrial de 50 kg, para calcular la cantidad exacta que se utilizó en las formulaciones del estudio.

Molienda: En este proceso se realizó la molienda de la yuca y papa china deshidratadas con un molino de martillo 110V modelo Osnox de 5hp, con una granulometría máxima de 0.5 mm.

Mezclado: Se mezcló ingredientes por cada formulación del estudio T₁, T₂ y T₃. Estas formulaciones constaron de maíz molido, harina de pescado, polvillo de arroz y pasta de soya como base y los insumos; sal, fosfatos, carbonato de calcio y atrapante de micotoxinas, estos serán incorporados con la finalidad de obtener una mezcla homogénea que cubrirá todos los requerimientos nutricionales del porcino.

Tamizado: Se utilizó un juego de mallas o tamices N°4 (5mm) para el respectivo tamizado con el fin de reducir las partículas gruesas del balanceado y obtener una especie de pulverizado muy fino aproximadamente de 0,5mm.

Envasado: Se envasó en sacos de polipropileno de 40 kg con una humedad de 10 al 12% como se establece en la norma INEN 1829, para que el producto mantenga sus óptimas condiciones por más tiempo.

Almacenado: El producto se almacenó en una bodega con una humedad relativa de 10 y 15% y a temperatura ambiente (20°C).

3.9 Metodología de comparación de peso del cerdo en la etapa de engorde

Instalación: El análisis se realizó en un galpón de 15 m de largo y 7 m de ancho, con cuartos comunes de concreto ideales para cada procedimiento de análisis, pisos de cemento, techos de carpas para dar sombra a los cerdos, chupones y comederos rectangulares. Se utilizó 4 compartimentos con una capacidad para 3 cerdos con una dimensión de 2,5 m de largo y 2 m de ancho, separados por paredes de bloque que no sobrepasan 1,20m de altura.

Animales: Se usaron 12 cerdos de raza (*Landrace* × *Pietrainde*), con un peso promedio inicial de 45 a 55 kilogramos, antes de suministrar el alimento balanceado a partir de harina de yuca y papa china. El peso final de los porcinos se obtuvo después de los 30 días de alimentación que duro el tiempo de estudio.

Alimentación de los cerdos: El alimento balanceado a partir de harina de yuca y papa china fue suministrado a los cerdos 3 veces al día, mediante el cual, los cerdos

dispusieron del alimento en los comederos respectivos con una cantidad de 7,5 kg/día, al igual que el agua durante un periodo de 4 semanas

3.10 Tratamientos

En el proyecto investigativo se utilizó los siguientes tratamientos mediante la asignación de un código que permitió diferenciar a cada uno de los tratamientos:

T₀: 100 % balanceado comercial.

T₁: 5 % de inclusión de harina de yuca y 5 % de harina de papa china.

T₂: 10 % de inclusión de harina de yuca y 10 % de harina de papa china.

T₃: 15 % de inclusión de harina de yuca y 15 % de harina de papa china.

3.11 Metodología de análisis bromatológicos obtenidos del mejor tratamiento evaluando la ganancia de peso y talla

Se realizó un análisis bromatológico al mejor tratamiento que cumplió con el índice de ganancia de peso en los porcinos. El alimento balanceado para cerdos en etapa de crecimiento o engorde necesita los siguientes requisitos establecidos por la norma INEN 1829, a continuación, se muestra en la tabla 11:

Tabla 11

Normativa INEN para análisis bromatológicos del alimento balanceado

Requisito	Mínimo (%)	Máximo (%)	Método de ensayo
Humedad	-	13	INEN 540
Proteína cruda	8	14	INEN 543
Fibra cruda	-	8	INEN 542
Grasa cruda	8	3	INEN 541
Calcio	-	-	INEN 544
Cenizas	0.8	7.0	INEN 546
Fósforo total	0.6	-	INEN 547

Nota. Análisis bromatológicos con sus respectivos métodos de ensayo (INEN, 2014)

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para el análisis de los resultados se procedió a verificar los datos obtenidos en el estudio de campo, los valores numéricos del peso y la talla se establecen, a continuación;

4.1 Resultados de la ganancia de Peso, Talla y conversión cárnica de los porcinos

4.1.1 Peso

Sé tomo el peso con una balanza digital al inicio de cada uno de los tratamientos de prueba por 4 semanas para verificar la ganancia de pesos en los porcinos, esto se realizó cada semana, también se analizó el promedio en peso de cada tratamiento y se verificó el peso final promedio que cada animal obtuvo, a continuación, se evidencian los datos:

Tabla 12

Ganancia de peso promedio por cada tratamiento

		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃			
Cerdos	Peso inicial	Incr.	Incr.	Incr.	Incr.	Incr.	Peso final	Peso total
	(kg)	□	. □	. □	□	□ (kg)	(kg)	□ ganado (kg)
1	48.58	20.5	20.8	20	21.8	20.775	77.31	28.73
2	48.90	19.9	19.9	19.5	21.6	20.225	76.88	27.98
3	48.55	20	19.3	19	23.2	20.375	75.28	26.73

Nota. En la tabla se establecen los datos sobre la ganancia de pesos promedio total e incremento en cada animal al final de las 4 semanas de investigación. Incr. □: Incremento Medio de peso, T: Tratamientos.

Como se observa en la tabla 12, el incremento de los pesos promedios obtenidos en los porcinos, se determinó numéricamente como mejor resultado el tratamiento 3 (T₃), con un aumento de masa corporal del 45.61%, frente a los demás tratamientos T₀ (41.36%), T₁ (41.09%) y T₂ (40.06) que arrojaron valores menores.

4.1.2 Talla

Para determinar la talla de cada uno de los cerdos, se procedió a medir la distancia en centímetros (cm) con una cinta métrica, desde la base de la cola hasta la base de las orejas. Este procedimiento se realizó al inicio, durante la primera, segunda, tercera y cuarta semana, a continuación, se detallan los valores obtenidos:

Tabla 13*Ganancia promedio de tallas obtenida por cada tratamiento*

Cerdos	Talla inicial □ (cm)	T₀	T₁	T₂	T₃	Incr. final □ (cm)	Talla final □ (cm)	Talla total □ ganada (cm)
		Incr. □	Incr. □	Incr. □	Incr. □			
1	72.83	41.70	40.1	40.5	42.5	41.20	104.49	31.63
2	73.33	40.30	40.7	40.6	41.4	40.75	105.91	32.58
3	73.15	39.80	39.5	40.3	43.0	40.65	105.65	32.50

Nota. En la tabla se determinan los datos sobre la ganancia de tallas promedio total al animal al final de las 4 semanas de la investigación, Incr. □: Incremento Medio de peso o talla, T: Tratamientos.

Como se visualiza en la tabla 13 sobre la ganancia de tallas, se estableció un incremento de la talla de los porcinos, destacando al tratamiento T3 con un 57.86% de aumento en talla durante las 4 semanas, esta variación no se diferenció de manera significativa frente a los demás tratamientos en estudio (T₀ 55.54%, T₁ 54.855 y T₂ 55.36%).

4.1.3 Conversión cárnica

En la tabla 14 se observan los datos promedios sobre la conversión cárnica que se calculó a través del alimento promedio consumido durante las 4 semanas que duró el estudio.

Tabla 14*Conversión promedio de alimento consumido por tratamiento*

	Alimento consumido (kg)	Conversión promedio	Aumento de peso diario (g)
T0	75	2,74	693,33
T1	75	2,65	666,67
T2	75	2,64	650,00
T3	75	2,68	740,00

Nota. En la tabla se analizan los valores promedio sobre la conversión alimenticia de los porcinos por cada tratamiento realizado.

De acuerdo a los resultados de la tabla 14, el T₂ fue la formulación que obtuvo una menor conversión cárnica, obteniendo que por cada 2.64 kilogramos de Alimento consumido el animal produce 1 kilogramo de masa corporal, debido a la inclusión de 10 % de harina de yuca y 10 % de harina de papa china, el mejor tratamiento fue el T₃, con una mayor conversión de alimento con aumento de peso satisfactorio.

4.2 Análisis estadístico de los datos (Variable Peso)

Para el análisis de los datos se asignó una letra a cada tratamiento para la agilidad del proceso estadístico, a continuación, se denotan de la siguiente manera;

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable peso

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T ₀	3	62,4	20,13	0,10
T ₁	3	60	20	0,57
T ₂	3	58,5	19,5	0,25
T ₃	3	66,6	22,2	0,76

Nota. En la tabla de establecen las sumatorias, medias y varianzas de cada uno de los tratamientos.

Como se observa en la tabla 15, el valor de las varianzas en cada uno de los tratamientos fue diferente, destacando el T₃, con un promedio de 22.2Kg consumido referente a la ganancia de peso y varianza de 0.76, evidenciando que la inclusión de 15 % de harina de yuca y 15 % de harina de papa china incide en el aumento de peso.

Tabla 16

ANOVA Peso

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12,80	3	4,27	10,14	0,004	4,07
Dentro de los grupos	3,37	8	0,42			
Total	16,17	11				

Nota. Ulcuango, (2022). F: Valor critico de decisión.

En la tabla 16 (ANOVA), se puede evidenciar una significancia entre los grupos o tratamientos, estableciendo que algunos de los balanceados formulados a partir de la papa china y la yuca incidieron en el aumento de peso de los porcinos en la etapa de engorde.

4.2.1 Prueba de tukey

Para la aplicación del test de Tukey en los datos establecidos se necesitó calcular su valor por medio de la fórmula;

Ecuación 3

Diferencia mínima significativa en la variable peso (Kg)

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

Tabla 17

Datos para el análisis del test de Tukey en la variable de peso (kg)

Datos	
k=	4
N-k=	8
CM _E =	0,64
n _i =	3
q _α (k,N-k)=	4,53
T _α =	1,70

Nota. CM_E: Cuadrado medio dl error, n_i: Numero de observaciones por tratamiento, k: Numero de tratamientos, N-k: Grados de libertad para el error, α: Nivel de significancia, q_α (k, N-k): Puntos porcentuales de la distribución del rango estudiado.

En la tabla 18 se analiza las variables para el cálculo en la discusión de los resultados que permitirá analizar variabilidad en las muestras y su significancia sobre los datos de peso (kg) que se han incrementado en base a la alimentación.

Por medio de los datos obtenidos en el análisis estadístico se determinó el valor del cuantil en el ([ver anexo 2](#)), correspondiente a los valores de k y N-k establecidos en la fórmula, los cuales permitirán determinar la significancia entre los datos y la verificación del tratamiento óptimo para la ganancia de pesos (kg).

Tabla 18

Análisis de decisión de Tukey en el peso (kg)

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_{t1} - \mu_{t2}$	0,50	No significativa
$\mu_{t1} - \mu_{t3}$	2,20	Significativa
$\mu_{t1} - \mu_{t0}$	0,80	No significativa
$\mu_{t2} - \mu_{t3}$	2,70	Significativa
$\mu_{t2} - \mu_{t0}$	1,30	No significativa
$\mu_{t3} - \mu_{t0}$	2,07	Significativa

Nota. Ulcuango, (2022). μ_t : Diferencia muestral entre tratamiento.

De acuerdo al valor 1.70 de T_α que es la diferencia mínima a un nivel de significancia 0.05 se verifico la significancia con la prueba de Tukey estableciendo que el T_3 y T_2 son significativos debido a las diferencias muestrales de la tabla 18 y comprobó el rechazo de la hipótesis nula y verifico el T_3 ; 15 % de inclusión de harina de yuca y 15 % de harina de papa china, como la formulación más efectiva para la ganancia de peso en porcinos.

4.3 Análisis estadístico de los datos (Variable Talla)

Como se observa en la tabla 19 se analizan los datos sobre las diferencias entre las tallas (cm) de los porcinos estudiados evidenciando los promedios ganados y la variabilidad de cada tratamiento.

Tabla 19

Datos estadísticos para el análisis de varianza en talla (cm)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T_0	3	121,8	40,6	0,97
T_1	3	120,3	40,1	0,36
T_2	3	121,4	40,47	0,02
T_3	3	126,9	42,30	0,67

Nota. Ulcuango, (2022).

Como se evidencia la tabla 19, el valor de las varianzas en cada uno de los tratamientos fue distinto, destacando al T_0 , con un promedio de 40.6cm ganados referentes a la ganancia de talla y varianza de 0.97, evidenciando que la formulación comercial con balanceado Pronaca incrementa directamente la talla de los animales.

Tabla 20

ANOVA Talla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8,62	3	2,87	5,68	0,002	4,07
Dentro de los grupos	4,05	8	0,51			
Total	12,67	11				

Nota. Ulcuango, (2022). F: Valor critico de decisión.

De acuerdo a la tabla 20 (ANOVA), se puede evidenciar una significancia entre los grupos o tratamientos, estableciendo que algunos de los balanceados formulados a partir de la papa china y la yuca incidieron en el aumento de talla de los porcinos en la etapa de engorde.

4.3.1 Prueba de tukey

Para la aplicación del test de Tukey en los datos establecidos se necesitó calcular su valor por medio de la fórmula:

Ecuación 4

Diferencia mínima significativa en la variable talla (cm)

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

Tabla 21

Datos para el análisis del test de Tukey en la variable de talla (cm)

Datos	
k=	4
N-k=	8
CM _E =	0,54
n _i =	3
q _α (k,N-k)=	4,53
T _α =	1,86

Nota. Ulcuango, (2022). CM_E: Cuadrado medio de error, n_i: Numero de observaciones por tratamiento, k: Numero de tratamientos, N-k: Grados de libertad para el error, α: Nivel de significancia, q_α(k, N-k): Puntos porcentuales de la distribución del rango estudiado.

Como se observa en la tabla 21 se analizaron los valores de T_α (Diferencia mínima significativa aun cierto nivel de significancia) que obtuvimos un valor de 1.86 que permitió

determinar la significancia entre los valores de las medias de la talla (cm) obtenidos en el estudio.

Mediante los valores obtenidos en el análisis estadístico y el ([ver anexo 2](#)) se estableció los valores para el cálculo de T_α , que permitió realizar el análisis de significancia entre las tallas de cada tratamiento, a continuación, se establecieron los resultados en la tabla 22;

Tabla 22.

Análisis de decisión de Tukey en la talla (cm)

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
$\mu_{t1} - \mu_{t2}$	0,37	No significativa
$\mu_{t1} - \mu_{t3}$	2,20	Significativa
$\mu_{t1} - \mu_{t0}$	0,50	No significativa
$\mu_{t2} - \mu_{t3}$	1,83	No significativa
$\mu_{t2} - \mu_{t0}$	0,13	No significativa
$\mu_{t3} - \mu_{t0}$	1,70	No significativa

Nota. Ulcuango, (2022). μ_t : Diferencia muestral entre tratamiento.

Con respecto al valor 1.86 de T_α que es la diferencia mínima a un nivel de significancia 0.05 se verificó la significancia con la prueba de Tukey estableciendo que el T_1 y T_3 son significativos debido a las diferencias muestrales de la tabla 22, comprobando el rechazo de la hipótesis nula verificando que la inclusión de harina de yuca y de harina de papa china, producen una variabilidad en la ganancia de talla en los porcinos.

4.4 Resultados de análisis proximales del mejor tratamiento de balanceado

Para el análisis bromatológico se seleccionó como mejor tratamiento según los datos obtenidos en la variable peso, correspondiendo al T_3 , se envió 3 muestras a las instalaciones del laboratorio Lasa en la ciudad de Quito, donde se pudo determinar los siguientes valores como se detalla en la tabla

Tabla 23

Resultados físico químicos del balanceado

Parámetros	U	R	V. R	U (k=2)	Método de ensayo
Calcio	mg/100g	3335.479	-	-	ABSORCION ATÓMICA.LLA MA
Cenizas	%	17.6	-	-	PEE LASA FQ.10c/ GRAVIMÉTRICO
Fibra bruta	%	15.9	-	-	PEE LASA BR.01/ICC.STANDARD 113
Fósforo	mg/100g	382.24	-	-	PEE LASA BR.06/ Espectrofotométrica
Grasa	%	11.9	-	-	PEE LASA FQ 10b/GRAVIMÉTRICO
Humedad	%	6.2	Máx 13.0	-	PEE LASA FQ 10a/GRAVIMÉTRICO
Proteína (f:6.25)	%	17.8	-	-	PEE LASA FQ 11/KJELDAHL

Nota. Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE, los ensayos marcados con (b) No están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA y los valores de referencia obtenidos de Norma INEN 1829 2014 Alimentos para animales. Alimentos balanceados para aves de producción Zootécnica. U: Unidades, R: resultados, V. R: Valor de referencia, U (k=2)

4.5 Discusión de los resultados

4.5.1 Mejor tratamiento para la ganancia de peso en porcinos en etapa de engorde

En la investigación realizada Pico (2011) establece valores satisfactorios en la Utilización de diferentes niveles de harina de maní forrajero (*Arachis Pintón*) en la alimentación de Cerdos en las etapas de crecimiento y engorde" determinado que con un peso inicial de 19.94 kg la formulación de 15% de inclusión de harina obtuvo una mejor conversión alimenticia 3.96 y un menor índice de consumo 94.50. De la misma forma Ambi (2011) en su estudio Utilización de saborizantes en la dieta de cerdos (*Landrace* × *Pietrainde*) durante las etapas de crecimiento y engorde determinó que los porcinos disminuyen su consumo diario de alimentos al detectar saborizantes, con un peso inicial de

42.7 kg los cerdos obtuvieron una ganancia de peso total de 52.30 kg con saborizantes y un 49.70 kg sin saborizantes y una conversión alimenticia de 2,77 y 2,88 respectivamente. Finalmente, Velásquez (2015) en su estudio “Utilización de dos niveles del tubérculo papa china (*Colocasia esculenta*) en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y engorde en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas” determinó que la mejor formulación para la alimentación animal fue el 10% de inclusión de harina de papa china con un peso inicial de 15.62 kg, una ganancia de peso total de 55.004Kg y una conversión alimenticia 2.64.

Con respecto a las investigaciones mencionadas se estableció que en los resultados del estudio a un peso inicial de 48.64 kg se obtuvo una ganancia del 31.34% y una conversión cárnica de 2.64 kg, en relación a los pesos (Kg) que determinaron; Pico (2011) 78.9%, Ambi (2011) 18.36% sin saborizantes y un 14.08% con saborizantes y Velásquez (2015) 71.60% se determinó que exigieron diferencias en los porcentajes de ganancia de pesos por el tiempo de estudio y la etapa utilizada en cada una de la investigaciones. También se menciona la conversión cárnica (Kgc/Kgo) obtenida por Pico 3.96, Ambi 2.77 sin saborizantes y 2.88 con saborizantes y Velásquez 2.64, podemos decir que la formulación de balanceados con productos infrautilizados como es yuca y papa china con la inclusiones 15 % tubo una mejor conversión cárnica sobre estas investigaciones, observando que la adición de tubérculos a la alimentación del animal ayuda a disminuir la cantidad de alimento consumido para generar mayor rentabilidad. De acuerdo a estos valores se puede evidenciar que la inclusión de harinas a base de tubérculos como la yuca y papa china influyen directamente en la ganancia de peso de los porcinos indistintamente de la raza que se esté criando, debido a que en la etapa de engorde el animal necesita mayor cantidad de carbohidratos energéticos altamente disponibles como la glucosa permitiendo cubrir las demandas energéticas, proteínas y fibra para la generación de masa corporal debido a que el animal aún se encuentra en constante crecimiento

4.5.2 Discusión para ganancia de talla

Al no encontrarse ninguna investigación sobre la ganancia longitud en la alimentación de porcinos en etapa de engorde se estableció que no hubo una mayor diferencia entre los valores; T₁: 40,1cm, T₂: 40,45cm, T₀: 40,6cm a diferencia del T₃: 41,97cm que fue la formulación con mayor ganancia de longitud, demostrando la efectividad de la formulación 15 % de inclusión de harina de yuca y 15 % de harina de papa china. Permitiendo determinar que este tipo de tubérculos pueden ser aprovechados de mejor

manera en la industria pecuaria, debido a los beneficios que tiene y ofrece en la crianza de animales de granja, mejorando su rendimiento y aumento de tamaño.

4.6 Discusión sobre los resultados de los análisis proximales

Como establece Aragadvay et al. (2016) en su estudio Uso de harina de *Colocasia esculenta* L en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos mencionan que el balanceado utilizado en el desarrollo y engorde debe de cumplir con parámetros específicos como un porcentaje de proteína 14.00, Lisina 0.75, Calcio 0.60, Fósforo aprovechable (%) 0.30, estos componentes son de vital importancia para el óptimo crecimiento del animal y su posterior engorde. Llor (2014) también menciona en su proyecto de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de balanceado de para cerdos (*sus scrofa doméstica*), los nutrientes que complementan la alimentación del animal para mejorar el rendimiento obteniendo valores de materia seca 86.68%, proteína 17.58, calcio 9.19, fosforo 1 y lisina 0.69. De la misma forma Chachapoya (2014) analiza en su investigación la producción de alimentos balanceados para animales, dentro de estos menciona que los porcinos en etapa de engorde tienen que llevar una alimentación específica de nutrientes, demostrando valores de 11.70% de humedad, 13.10% de proteínas, 4.07% de grasa, cenizas 6% y 0% de fibra en sus resultados para la alimentación de cerdos en etapa de engorde. Por ultimo Pita (2020) comparó en su estudio los alimentos balanceados obtenidos con la mezcla de harinas de garbanzo, arroz, chocho y cáscara de cacao versus fórmulas comerciales para cerdos en la etapa de engorde, obteniendo como resultado que la inclusión de harina de garbanzo y chocho mejora significativamente la formulación de un balanceado al obtener proteína 22.39%, fibra 10.8% y grasas 6.69% para el balanceado con harina de garbanzo y proteína 49.6%, fibra 7.9% y grasas 27.9% con harina de chocho. Cabe destacar que la harina de arroz y cáscara de cacao no tuvo un impacto significativo ya que los resultados fueron nulos en cuanto a todos los parámetros mencionados.

De acuerdo con los valores obtenidos en las investigaciones mencionadas se estableció que los resultados del análisis proximal de T₃; Calcio 3335.479mg/100g, Cenizas 17.6%, Fibra bruta 15.9%, Fósforo 382.24mg/100g, Grasa 11.9%, Humedad 6.2% y Proteína 17.8%. Verificando que la formulación elaborada para la alimentación de cerdos en etapa de engorde es una alternativa beneficiosa como alimento balanceado, demostrando que la inclusión de tubérculos como; yuca y papa china son materias primas que se pueden aprovechar en la industria pecuaria para la investigación sobre la alimentación y conversión cárnica en animales de granja y de consumo masivo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.

- Se elaboró harinas a partir productos infrautilizados como yuca (*Manihot esculenta*) y papa china (*Colocasia esculenta*) mediante deshidratación por aire caliente y molienda, obteniendo un producto homogéneo libre de partículas extrañas para utilizarse como materia prima en la elaboración de balanceados.
- Mediante el estudio experimental se pudo comparar 4 tratamientos aplicados en porcinos en etapa de engorde, donde se analizaron las variables de ganancia de peso y la conversión cárnica, ya por medio del análisis estadístico ANOVA se logró determinar la efectividad en el caso de investigación se obtuvo que el tratamiento 3 fue el más eficiente en las variables de aumento de peso, talla y conversión cárnica.
- De acuerdo con los resultados el Tratamiento (T₃) tuvo un 22,2 kg en peso promedio ganado y una conversión cárnica promedio de 5,4 kg en contraposición al tratamiento testigo (T₀) el cual obtuvo valores de 20,8 kg en peso promedio ganado y una conversión de 5,8Kg corroborando la efectividad de aplicar una formulación de 15 % de inclusión de harina de yuca y (15 % de harina de papa china), ya que la inclusión de estos tubérculos tuvo un impacto positivo a la dieta diaria de los animales.
- Mediante el análisis físico y químico al mejor tratamiento, se pudo establecer que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa INEN 1829:2014, obteniendo los siguientes resultados; Calcio mg/100g 3335.479, Cenizas 17.6%, Fibra bruta 15.9%, Fósforo mg/100g 382.24, Grasa 11.9%, Humedad 6.2% y Proteína 17.8% expresado en producto cárnicos (f:6.25).

RECOMENDACIONES.

Para proponer nuevos alimentos que se direccionen a la alimentación animal en el sistema agropecuario, siempre debe realizar una investigación teórica y técnica, para tener un balanceado que cumpla las necesidades nutricionales de cada etapa.

Antes de aplicar los métodos o pruebas correspondientes en una investigación experimental con animales, estos siempre deben de llevar un análisis previo sobre las consecuencias, el impacto y la incidencia que pueden tener sobre el sujeto de prueba ya que sobre todo parámetro siempre se verifica la salud del animal y su estrés en transcurso del experimento.

De igual manera para este tipo de investigaciones se tiene que tener precaución con la toma de datos en la etapa experimental, ya que son un parámetro básico para establecer si la problemática que inicialmente se planteó puede ser respondida, esto tienen que ver mucho con las variables en estudio y que se quiere solucionar, logrando una correcta aplicación de un diseño experimental que logre satisfacer todas las dudas iniciales y aquellas que se van descubriendo en el proceso investigativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraira, V., & Pérez de Vargas A. (1996). *Métodos Multivariantes en Bioestadística*. España: Ed. Centro de Estudios Ramón Areces.
- Amazónica, U. E. (2017). Industrialización de la papa china *Colocasia esculenta* (L.) Schott. *socio ambiental de la Amazonía Ecuatoriana*.
- Ambi, M. L. (7 de Julio de 2011). *Utilización de Saborizante en la Dieta de Cerdos Landrace-York Durante Las Etapas de Crecimiento y Engorde*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1017>
- Aragadvay, Y. R., Núñez, T. O., Velástegui, E. G., Villacís, A. L., & Guerrero, L. J. (6 de Octubre de 2016). *Uso de harina de Colocasia esculenta L., en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos*. Obtenido de Imprenta Nacional: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/198/1981227004/html/>
- ASPE. (11 de Abril de 2019). *Producción porcina en Ecuador*. Obtenido de https://www.3tres3.com/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_40926/
- Bernal, M. A., Álvarez, L. D., & Buendía, Q. B. (2019). Evaluación de alternativas alimenticias para cerdos en crecimiento en el Valle de Oxapampa, Pasco . *Dialnet*, 11.
- Buenaño, C. (2015). *Formulación de dietas alimenticias utilizando harina de papa China en la alimentación de cer (Sus Scrofa) en la etapa de pos destete*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10544/1/Tesis-102%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20326.pdf>
- Caicedo, Q., Rodríguez, B., & Valle, R. (2014). Una Reseña Sobre El Uso de Tubérculos de Papa China *Colocasia esculenta* Conservados En Forma de Ensilaje Para Alimentar Cerdos.”. *Rev Electron*, 10.

- Camacho, J. (2019). Guía técnica para la alimentación de cerdos. Costa Rica: MAG.
- Campadal, R. (2013). *Guía técnica para productores de cerdos- ingredientes utilizados en la alimentación de cerdos*. Quito: Universidad Católica.
- Campagna, D. (2015). Requerimientos Nutricionales y Aportes Alimenticios. Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias.
- Castro, C. (2013). *Determinación del nivel óptimo de proteína*. Estados Unidos: Livestock Research.
- Chachopoya, D. (2014). *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora de cevallos(Tesis)*.
- Corporación Nacional Financiera . (15 de Marzo de 2018). *FICHA SECTORIAL: ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMALES*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Elaboracion-de-alimentos-preparados-para-animales.pdf>
- Danura, S. (1 de Mayo de 2018). *Nutrición y alimentación del ganado porcino*. Obtenido de http://www.universoporcino.com/articulos/nutricion_porcina_10-09_nutricion_y_alimentacion_del_ganado_porcino_primera_parte.html
- Didier, D. (2015). *Alternativas de alimentación por zonas*. México: Alltech-Nutec.
- Escobar, J. (5 de Julio de 2014). *Industrialización de la papa china Colocasia esculenta (L.) Schott con recubrimiento de chocolate en la provincia de Pastaza*. Obtenido de [https://www.uea.edu.ec/:](https://www.uea.edu.ec/) https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/vol_13_articulo_3.pdf
- Guachamín, D. (2016). Evaluación de tres complementos alimenticios en la crianza de cerdos (*Sus scrofa domestica*) en crecimiento y engorde. Pichincha: Universidad Central del Ecuador .

- Gutiérrez, F, Guachamin, D, & Portilla, A. (2017). *Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-
- INEN. (2014). *Alimentos balanceados para aves de producción zootécnica Norma INEN 1829*. Obtenido de Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización: Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec>
- Lazo, B. J. (5 de Mayo de 2016). *Evaluación de la conversión alimenticia en pollos mediante la inclusion de harina de origen animal como base proteica*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/>:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12165/1/UPS-CT006107.pdf>
- Loor, P. M. (5 de Mayo de 2014). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE BALANCEADO DE CRECIMIENTO PARA CERDOS (Sus scrofa doméstica) EN EL CANTÓN BUENA FE, 2014* . Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/264/1/T-UTEQ-0021.pdf>
- Marón, C. (2015). *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/AH833S00.htm>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (4 de Julio de 2017). *INIAP fortalece investigación de cultivo de yuca*. Obtenido de www.agricultura.gob.ec:
<https://www.agricultura.gob.ec/iniap-fortalece-investigacion-de-cultivo-de-yuca/>
- Olvera, M. (1993). *Manual de técnicas para laboratorio y nutrición de peces y crustáceos*. En FAO. Mexico.
- Pico, R. F. (19 de Diciembre de 2011). *Utilización de Diferentes Niveles de Harina de Arachis Pintón (Maní Forrajero) en la Alimentación de Cerdos en las Etapas de*

- Crecimiento y Engorde".* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1198>
- Pita, V. M. (5 de Mayo de 2020). *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.* Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15265/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-65.pdf>
- Prada, R. (2012). *Alternativas de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradable.* (R. EAN, Editor) Obtenido de El caso de almidón residual derivado de la industrialización de papa: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120816020
- Ricaurte, F. (2014). *La yuca como alternativa en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba.* Obtenido de <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/LA%20YUCA%20COMO%20ALTERNATIVA%20EN%20LA%20ALIMENTACION%20DE%20CERDOS%20EN%20LA%20ETAPA%20DE%20CEBA.pdf>
- Rivas, D. L. (6 de Diciembre de 2014). *Producción de alimentos balanceados de una planya procesadora en el cantón Cevallos.* Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>
- Suárez, L, & Mederos, V. (2012). *Apuntes sobre el cultivo de yuca (Manihot esculenta crantz).* Obtenido de tendencias actuales " Cultivos Tropicales": Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v32n3/ctr04311.pdf>
- Velásquez, P. H. (7 de Agosto de 2015). *“Utilización de dos niveles del tubérculo papa china (colocasia esculenta) en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento*

y engorde en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas” . Obtenido de
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2859>

Verdini, R. (2019). *Análisis de grasas en los alimentos*. Obtenido de Obtenido de
<https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/1//2019-BIOQUIMICA-METODOS%20GENERALES.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: Elaboración de los concentrados para cerdos en la etapa de engorde



Ilustración 1: Recepción de la papa china y yuca



Ilustración 2: Lavado de los productos infrautilizados



Ilustración 3: Cortado de la yuca



Ilustración 4: Cortado de la papa china



Ilustración 5: Secado de la yuca a 45°C Durante 6 h



Ilustración 6: Secado de la papa china a 45°C Durante 6 h



Ilustración 7: Pulverización de la papa china



Ilustración 8: Harina de papa china



Ilustración 9: Pulverización de la soya



Ilustración 10: Pulverización del maíz



Ilustración 11: Mezcla de las materias primas para las formulaciones del concentrado



Ilustración 12: Cerdos de estudio del tratamiento A



Ilustración 13: Cerdos de estudio del tratamiento B



Ilustración 14: Cerdos de estudio del tratamiento C



Ilustración 15: Cerdos de estudios del tratamiento D



Ilustración 16: Alimentación de los cerdos con los tratamientos



Ilustración 17: Pesado de los cerdos



Ilustración 18: Muestra del mejor tratamiento para hacer los análisis bromatológicos

ANEXO 2: Tabla de análisis de cuantiles para distribución estadística

TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n														
m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67	
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52	
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40	
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37	
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34	
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30	
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28	
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26	
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24	
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23	
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20	
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18	
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17	
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16	
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15	
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14	
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13	
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12	
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11	
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10	
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09	
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08	
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08	
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07	
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06	
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06	
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05	
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05	
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04	

ANEXO 3: Resultados bromatológicos sobre los análisis de laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

ORDEN DE TRABAJO No. 20-3296

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: VICTOR HUGO ULCUANGO GRANIZO		DIRECCIÓN: MADRE TIERRA	
TELÉFONO/FAX: 0984549788	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: PLANTA	
IDENTIFICACIÓN: BALANCEADO PARA CERDOS (POLVILLO)			CODIGO INICIAL: M1

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: --	INGRESO AL LABORATORIO: 07/03/2022
FECHA DE ANÁLISIS: 07/03-14/03/2022	FECHA DE ENTREGA: 14/03/2022	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 20-9852	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	⁽¹⁾ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CALCIO	mg/100g	3335,479	-	-	^b ABSORCIÓN ATÓMICA-LLAMA *
2	CENIZAS	%	17,6	-	-	^b PEE.LASA.FQ.10c/ GRAVIMÉTRICO *
3	FIBRA BRUTA	%	15,9	-	-	^b PEE.LASA.BR.01/ ICC-STANDARD 113 *
4	FÓSFORO	mg/100g	382,24	-	-	^b PEE.LASA.BR.06/ Espectrofotometría *
5	GRASA	%	11,9	-	-	^b PEE.LASA.FQ.10b/ GRAVIMÉTRICO *
6	HUMEDAD	%	6,2	Máx. 13,0	-	^b PEE.LASA.FQ.10a/ GRAVIMÉTRICO *
7	PROTEÍNA (f. 6.25)	%	17,8	-	-	^b PEE.LASA.FQ.11/ KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

⁽¹⁾ Valores de referencia obtenidos de Norma INEN 1829:2014 Alimentos para animales. Alimentos balanceados para aves de producción zootécnica

Marco A.
Guijarro R.

(x) Dr. Marco Guijarro Ruales.
GERENTE DE LABORATORIO

Nombre de reconocimiento (ON):
cni-Marco A. Guijarro R., o-Laboratorio
LASA, sus-Gerencia,
email=calidad@laboratoriolas.com, cni-EC
Fecha: 2020-10-15 16:05:08 -07'00'

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolas.com)

Pág. 1 de 1

Juan Ignacio Pareja 0e5-97 y Simón Cárdenas | clientes@laboratoriolas.com
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705