

**Implementación de una dieta a base de harina de hoja de coca *Erythroxyllum coca* como fuente de proteína en la alimentación de pollos de engorde en la comunidad indígena del resguardo de Tacueyó, municipio de Toribío, Cauca**

Leidy Johana Peteche

Asesor

Zoot. MSc., Paulo Andrés Castro León

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAMAP

Zootecnia

2025

## **Dedicatoria**

Este proyecto va dedicado:

Dedico con todo mi corazón este logro en mi vida primeramente a Dios por darme salud, fuerza y fortaleza.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo el proceso de mi vida, a mi hijo, mi esposo, mis hermanas y mis sobrinos, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente, gracias por su amor y consejos

### **Agradecimientos**

Primeramente a Dios, por haberme permitido un logro más en mi vida, por llevarme de su mano cada día, por su infinito amor, bondad, fuerza y fortaleza para lograr mi objetivo.

Al profesor Paulo Castro quien ha sido mi guía en cada uno de mis viajes educativos.

A la UNAD y sus docentes por el pilar fundamental de la educación, por su disciplina, esfuerzo y compromiso con los estudiantes.

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de inclusión de dos niveles de harina de coca *Erythroxylum coca* sobre el comportamiento productivo de pollos de carne en la etapa de finalización medidos a través de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, y mortalidad, por un periodo de 35 días, distribuidos en tres (3) tratamientos: (T1) con alimento comercial; (T2) dieta con hoja de coca al 10% y, (T3) dieta con hoja de coca del 15%. Los pollos fueron comprados de 15 días, para que tuvieran un periodo de acostumbramiento de 7 días, a los 21 días se inició con el estudio. El número de pollos utilizado para estos tratamientos fue de 60 entre machos y hembras, para el análisis de datos se utilizó un diseño al azar con tres (3) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, para todas las etapas. En los resultados obtenidos se notó que al implementar el alimento balanceado con harina de hoja de coca al 10% y 15% los pollos disminuyeron su consumo de alimento en los primeros días, mientras se iban adaptando. Pero, se logra evidenciar en estas dietas experimentadas, que el uso de la harina de coca en la alimentación de pollos de engorde no afectó significativamente las variables de los parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. La dieta control presentó las mejores ganancias de peso, pero aumentó su consumo, en este caso los rendimientos económicos fueron mejores en las dietas (T2 y T3).

***Palabras claves:*** Harina de coca, comportamiento productivo, análisis económico.

### **Abstract**

The present study aimed to evaluate the effect of inclusion of two levels of coca flour *Erythroxylum coca* on the productive behavior of broiler chickens in the finishing stage measured through weight gain, feed consumption, feed conversion, and mortality, for a period of 35 days that were distributed in three treatments: (T1) control with commercial food; (T2) diet with 10% coca leaf and (T3) diet with 15% coca leaf. The chickens were purchased at 15 days old, so that they had a 7-day habituation period; at 21 days the study began. The number of chickens used for these treatments was 60 between males and females. For data analysis, a completely randomized design was used with three treatments and 4 repetitions for all stages. In the results obtained, it was noted that by implementing balanced feed with 10% and 15% coca leaf flour, the chickens decreased their feed consumption in the first days, while they were adapting. However, these experimental diets show that the use of coca flour in broiler chicken feed did not significantly affect the production parameters: weight gain, feed intake, feed conversion, and mortality. The control diet showed the best weight gain, but increased feed intake; in this case, economic returns were better in the T2 and T3 diets.

**Keywords:** Coca flour, productive behavior y economic analysis.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	10
Justificación.....	12
Objetivos .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Específicos .....	14
Marco Conceptual y Teórico.....	15
Características Generales de la Planta de Coca .....	15
Bondades de la Hoja de Coca.....	16
Importancia de la Hoja de Coca para las Comunidades Indígenas .....	17
Usos de la Hoja de Coca .....	17
Propiedades Nutricionales.....	18
Valor Energético .....	19
Valor Protéico .....	19
Alcaloides.....	19
Problemáticas de los Cultivos de Coca .....	20
Materiales y Métodos .....	21
Localización.....	21
Instalaciones, Materiales y Equipos .....	22
Diseño Experimental .....	23
Periodo Experimental .....	24
Variables de Respuesta.....	25
Ganancia de Peso .....	26
Consumo de Alimento.....	26

Conversión Alimenticia Acumulada .....	27
Mortalidad .....	27
Análisis de Estadístico .....	27
Resultados y Discusión .....	28
Ganancia de peso .....	28
Consumo de Alimento Etapa Finalización .....	30
Conversión alimenticia .....	31
Mortalidad .....	32
Análisis Económico .....	32
Relación y costo de las dietas .....	33
Conclusiones y Recomendaciones .....	35
Recomendaciones .....	36
Referencias Bibliográficas .....	37

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Planta de hoja de coca (Erytroxylum coca)</i> .....	16
<b>Figura 2</b> <i>Ubicación de la vereda Rio Negro municipio de Toribío, Cauca</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Elaboración de harina de hoja de coca</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Ganancia de peso</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Consumo de Alimento</i> .....	32
<b>Figura 6</b> <i>Conversión Alimenticia</i> .....	33

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Contenido nutricional de la hoja de coca comparada con otras materias primas</i> .....	191
<b>Tabla 2</b> <i>Costos de las dietas para pollos de engorde (etapa finalización)</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Análisis de las Variables Estudiadas</i> .....	30
<b>Tabla 4</b> <i>Comparación de los datos prueba Tukey</i> .....	34

## Introducción

En el año 2022, la producción de pollo logró recuperar la tendencia que mantenía antes del brote de la pandemia, cerrando con una tasa de crecimiento del 7,3%, esto representa más del doble de la producción de ganado bovino y 3,6 veces la producción de carne porcina en el país. Por otro lado, el consumo de pollo colombiano en el 2022 alcanzó los 36,3 kilogramos por habitante (FENAVI, 2022).

La soya constituye una materia prima esencial como fuente proteica para la elaboración de alimentos balanceados, principalmente en dietas para cerdos y aves. Colombia es un país que produce cantidades mínimas de soya, y no alcanza a abastecer el mercado nacional, por eso se debe importar esta materia prima tan importante para la dieta animal, incrementando los costos de los alimentos para estas explotaciones pecuarias. (Campabadal, 2010). Por este motivo se busca implementar materias primas no convencionales de la región que permitan reducir los costos de los alimentos, sin alterar los requerimientos nutricionales necesarios para las diferentes etapas de las especies pecuarias.

La nutrición es un pilar fundamental en todo proceso productivo, pero los altos costos de los insumos han llevado a buscar nuevas alternativas que permitan disminuir los costos de producción y mantener la calidad del alimento para obtener una carne de excelente calidad. Mirando estas necesidades se decide trabajar con la hoja de coca al ser una planta que posee contenidos nutricionales importantes que se pueden incluir en las diferentes dietas para alimentación animal (Penny et al., 2009).

Según el plan ambiental, el municipio de Toribío no posee explotaciones avícolas comerciales. Sin embargo, muchas familias practican la cría de aves con fines comerciales en la zona o para consumo propio, aunque se han visto afectadas por el elevado costo de las materias

primas. Por ello, resulta crucial abordar este desafío, promoviendo la investigación y el desarrollo de fuentes alternativas de ingredientes que puedan utilizarse en la formulación de dietas balanceadas, nutritivas y económicamente accesibles para las aves de engorde. Esta línea de investigación no solo ayudará a reducir los costos de producción, sino que también fomentará la sostenibilidad, mejorará la competitividad y ofrecerá una alternativa útil para una planta tan estigmatizada.

El objetivo de este estudio de investigación es evaluar el uso de dos niveles de harina de coca como fuente de proteína en la producción de pollos durante la etapa de finalización, mediante la medición de indicadores productivos como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y la rentabilidad económica.

## Justificación

El proyecto de investigación titulado "Implementación de una dieta a base de harina de hoja de coca *Erythroxylum coca* como fuente de proteína en la alimentación de pollos de engorde en la comunidad indígena del resguardo de Tacueyó, municipio de Toribío, Cauca, tiene como propósito explorar y aprovechar el valor nutritivo de la hoja de coca, así como ofrecer alternativas alimenticias que contribuyan a la reducción de costos de producción, sin comprometer la salud de los animales.

La elección de la hoja de coca como materia prima para este estudio se fundamenta en la evidencia científica que respalda su alto contenido nutricional. Un estudio realizado por la Universidad de Harvard demostró que 100 gramos de hoja de coca contienen un valor energético de 304 Kcal (Duke et al., 1975). Además, autores como Escobar (1993) señalan que la hoja de coca presenta un 19.25% de proteína cruda, así como un considerable contenido de calcio, vitaminas y minerales, lo que la convierte en una opción viable para la alimentación de diversas especies pecuarias.

Asimismo, la hoja de coca es rica en metabolitos primarios, como proteínas, carbohidratos y lípidos, así como en metabolitos secundarios, tales como alcaloides, taninos, glicósidos y aceites esenciales. Entre estos alcaloides, destaca la cocaína, que se encuentra en un promedio de 1.1% (Galindo et al., 2010).

La harina de hoja de coca representa una alternativa accesible y relevante para la comunidad de Tacueyó, pues esta planta es cultivada por la mayoría de las familias en la región, tanto para uso medicinal como para fines económicos. A pesar de la asociación negativa que se ha tenido con la planta debido a su vinculación con el narcotráfico, es fundamental reconocer su potencial como recurso nutritivo. Según Sandoval et al. (2009), aunque el cultivo de la hoja de

coca está ligado a fenómenos complejos como el desplazamiento forzado y la presencia de grupos armados ilegales, también se debe considerar que la planta tiene usos legítimos que pueden beneficiar a las comunidades de manera sostenible.

El objetivo de este trabajo es resaltar los beneficios nutricionales de la hoja de coca como fuente alimenticia para animales, dada su riqueza en nutrientes. Durante mucho tiempo, la planta ha sido subestimada debido a su uso ilegal, lo que ha oscurecido su valor real. Con este estudio, se pretende abrir la puerta a nuevas formas de utilizar la hoja de coca de manera legal y responsable, brindando a las comunidades la posibilidad de producir concentrados alimenticios para animales de manera respetuosa con el medio ambiente, mejorando así la calidad de vida de las familias y generando alternativas económicas más sostenibles. Este enfoque permite, a largo plazo, garantizar un futuro más próspero y saludable para las familias que dependen de este cultivo. (Conda, 2021).

## Objetivos

### Objetivo General

Implementación de una dieta a base de harina de hoja de coca *Erythroxylum coca* como fuente de proteína en la alimentación de pollos en su fase final, como una alternativa para una producción más sana y saludable para la comunidad indígena del resguardo de Tacueyó.

### Objetivos Específicos

Evaluar los efectos de la inclusión de harina de hoja de coca *Erythroxylum coca* sobre el comportamiento productivo en etapa de finalización de pollos de engorde, teniendo como variable de respuesta, ganancia de peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y mortalidad.

Realizar un análisis económico para evaluar el efecto de la inclusión de harina de coca *Erythroxylum coca* en la alimentación de pollos de engorde.

## Marco Conceptual y Teórico

### Características Generales de la Planta de Coca

La planta de coca *Erythroxylum coca* es un arbusto que puede alcanzar una altura de 1,5 a 3 metros y tiene características botánicas únicas. Sus tallos leñosos y hojas elipsoidales, pequeñas y de color verde intenso. Las flores blancas y diminutas, sus frutos son de color rojo, de forma ovoide y miden aproximadamente un centímetro. (Mamani, 2008).

### Figura 1

Planta de hoja de coca *Erythroxylum coca*



*Fuente.* Fotografía tomada en la comunidad indígena del resguardo de Tacueyó, municipio de Toribío, Cauca.

La coca crece adecuadamente en tierras cálidas y húmedas de los valles interandinos, subtropicales y en praderas de montaña, tiene la capacidad de sobrevivir en condiciones adversas en un rango de altitud que va desde los 600 hasta los 2,000 msnm. (Mora, 2012; Cupajita, 2015).

La coca es originaria de Perú y ha sido cultivada desde tiempos muy antiguos; existen pruebas históricas que indican que la hoja de coca es utilizada en las culturas andinas desde hace milenios y también en las culturas amazónicas y guaraníes desde hace siglos. La mata sagrada, conocida como Mama Coca o Inalmama, es el centro de la espiritualidad de los pueblos originarios (Mamani, 2008).

La coca es una planta con una variedad de nutrientes, minerales, aceites esenciales y varios componentes que tienen efectos farmacológicos significativos. El alcaloide de cocaína, que se puede encontrar en forma concentrada o sintetizada, es un estimulante con potencial de adicción. (Vilca y Adriana, 2002).

### ***Bondades de la Hoja de Coca***

Algunos médicos y nutricionistas, rechazan su uso como medicamento porque contiene efectos tóxicos. Según la ciencia, los rastros de cocaína en la hoja (que contiene un 0,5 y 1% de alcaloide de cocaína) se desactivan cuando se tocan con la saliva. Se ha demostrado que pequeñas cantidades de cocaína de la hoja de coca son beneficiosas para la salud, ayudando a combatir el hígado graso, pues ayuda a movilizar los triglicéridos en el hígado, además de regular el nivel de glucosa en la sangre. Las investigaciones realizadas han permitido conocer el “valor nutricional de la hoja de coca” demostrando que masticar 60 gramos de esta hoja satisface parte de las necesidades de calcio del organismo. También se descubrió que era un complemento esencial en la dieta diaria debido a su alto contenido de vitaminas y minerales, según el estudio de la Universidad de Harvard de 1975 (Healey, 2009)

### ***Importancia de la Hoja de Coca para las Comunidades Indígenas***

Las Civilizaciones Incas utilizaron la coca como una sustancia sagrada para sus rituales religiosos, usadas desde tiempos inmemoriales por los antepasados debido a su propiedad estimulante o de excitación nerviosa, y como calmante de la sensación de hambre. Su infusión es útil para el tratamiento de trastornos de las vías digestivas, cólicos, calambres del estómago, e intestinos, dispepsia, y diarreas, etc. Es uno de los alimentos medicinales muy nutritivos y completos, pues contiene todos los nutrientes que necesitan las células. Con harina de hoja de coca, se elaborarán alimentos nutritivos muy completos, con los cuales se erradicarán las enfermedades carenciales e infecciosas (Restrepo, 2018).

### ***Usos de la Hoja de Coca***

El contenido nutricional y los alcaloides existentes en la hoja de coca la convierten en uno de los alimentos naturales más completos debido a su abundancia en minerales (especialmente calcio), su gran aporte proteico, vitaminas A y B, y aminoácidos. Algunos estudios aseguran que 100 gramos diarios de estas hojas cubren los requerimientos nutritivos y que poseen alcaloides naturales. El alto contenido nutricional de la hoja de coca *Erythroxylum Coca* ha conllevado a que sea utilizada, en la nutrición de las personas y en la alimentación para pollos de engorde presentado resultados aceptables (Rojas, 2011).

En la alimentación de pollos, empleando un 2, 4 y 6% de harina de coca, se encontró un rendimiento de carcasa de 80, 78, 79 y 78%, peso del hígado de 60, 70, 60 y 60, grasa abdominal de 20, 30, 20 y 20g; sin diferencias estadísticas, para todos los parámetros, en todos los tratamientos. Con referencia al consumo registrado, mostró valores de 4.88, 4.68, 4.47 y 4.40, en un periodo de 42 días, en las raciones que contenían 0, 2, 4 y 6% de harina de coca, es decir un descenso progresivo (Romero, 2018).

Gómez (2006) evaluó tres niveles de 0, 5, 10 y 15% de harina de coca en el concentrado de inicio para alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp*), durante 120 días; encontrando que con 5% hubo una diferencia significativa en los incrementos de peso final

En Colombia existe un pequeño número de empresas que transforma la hoja de coca en productos nutricionales, medicinales y cosméticos. Se han contabilizado aproximadamente 19 iniciativas, que han surgido a lo largo del país, pero particularmente en las regiones donde los lazos culturales con la planta son más fuertes.

La empresa Coca Nasa constituye la experiencia más significativa y exitosa en producción y comercialización de productos alternativos agroindustriales de la hoja de coca del departamento del Cauca, y del país. Productos como, harina de coca, coca nasa, galletas de coca con chocolate, aguardiente de coca, vino de coca, ron de coca, coca sek, coca libre, aceite de coca, gel de coca, pomadas de coca, aromáticas (Caicedo y Holes, 2021).

En la actualidad, los productos vendidos por estos emprendimientos no pueden registrarse con INVIMA, lo que impide el acceso a canales de comercialización nacionales como supermercados y farmacias, los cuales exigen ese registro (Vilca y Adriana, 2002).

### ***Propiedades Nutricionales***

Un estudio realizado en la Universidad de Harvard reveló que la hoja de coca posee una gran concentración de nutrientes, incluso superior a la de muchas otras plantas alimenticias ampliamente reconocidas. Así 100 g de polvo de hoja de coca contiene 305 calorías, 19,9 g de proteínas, 3,3g de grasa, 44,3g de carbohidratos, 1749 mg calcio, 637 mg fósforo, 26,8 mg de hierro, 10000iu vitamina A, 0,58 mg. vitamina B1, 1,4 mg. vitamina C, 1.73 mg vitamina B2. La masticación de hojas de coca podría elevar la glucosa en sangre por encima del nivel de ayuno.

De manera similar, otro estudio revela que el *Erythroxylum coca* disminuye la glucosa en sangre después de las comidas en individuos sanos, con una diferencia estadísticamente significativa tanto en el consumo de mate como en la masticación, en comparación con el grupo control. Además, se observa que las hojas de esta planta estimulan la actividad del sistema nervioso central, y se ha utilizado en el tratamiento de la sífilis, así como en afecciones gastrointestinales y del tracto digestivo superior (Montoya, 2018).

### ***Valor Energético***

En un estudio realizado por la Universidad de Harvard se encontró que 100 gramos de hoja de coca proporcionan un contenido de energía de 304 Kcal (Duke et al., 1975). El valor energético de la hoja de coca es menor que el maíz, trigo, arroz, cebada y quinua (Escobar, 1993).

### ***Valor Protéico***

La proteína de la hoja de coca es de 19.9%, superior al aportado por el maíz, trigo, arroz, cebada y quinua (Escobar, 1993). La calidad de una proteína depende del contenido relativo o en equilibrio de aminoácidos; una alta calidad de proteína satisface tanto el requisito de nitrógeno como de aminoácidos esenciales (McDonald et al., 1995).

### ***Alcaloides***

Los componentes principales de la hoja de coca son los alcaloides naturales los cuales representan del 0.5 al 2% de los principios químicos totales, estos son: cocaína, egononina, atropina, pectina, papaína, higrina, globulina, piridina, quinolina, conina, benzoina e inulina. Los alcaloides le dan una diversidad de efectos y cualidades medicinales que elimina las toxinas y patologías del cuerpo humano (Díaz, 1971).

Gracias a su valor nutricional y a los alcaloides presentes en la hoja de coca, esta se considera uno de los alimentos naturales más completos. Destaca por su elevado contenido de minerales, especialmente calcio, su significativa cantidad de proteínas, así como por su aporte de vitaminas A, B y aminoácidos. Además, la hoja de coca es una excelente fuente de proteínas que favorecen la regeneración de los tejidos, lo que contribuye al desarrollo del sistema muscular y óseo (Krawczyk, 2008).

**Tabla 1**

*Contenido Nutricional de la hoja de coca comparada con otras materias primas*

Alimentos	energía	Prot.(g)	Ca(mg)	P(mg)	Fe(mg)	Vit.A(mg)	Tiam(mg)	Riv(mg)	Niac(Mg)	Vit(mg)
Coca	304	19.9	2097	600	9.80	16.57	0.30	1.72	6.30	1.40
Frijol	330	22.5	97	387	7.50	1 mg	0.50	0.44	1.57	2.10
Mais	315	8.4	6	267	1.70	2.00	0.30	0.16	3.25	0.70
Quinoa	374	13.6	56	242	7.50	-	0.48	0.03	1.40	0.50
Camote.a.	116	1.2	41	31	0.80	39.00	0.10	0.5	0.63	10.0
Zapallo L.	80	1.6	20	57	1.20	108	0.05	0.08	123	2.60
Pisano	300	3.1	29	104	3.90	100	0.11	0.12	1.57	1.30
Haba	343	24.3	67	393	6.70	1	0.36	0.27	2.84	4.70
Trigo	336	8.6	36	224	4.60	-	0.30	0.08	2.85	4.80
Cebada	377	18.8	84	294	6.10	-	-	0.01	0.58	-

*Nota.* Tomada de Bustamante (2019).

### ***Problemáticas de los Cultivos de Coca***

Colombia es uno de los países que durante las tres últimas décadas ha sufrido con mayor rigor el impacto negativo de los cultivos ilícitos. Este fenómeno ha significado para el país problemas económicos, sociales y ambientales, como también se ha presentado mayor índice de violencia, de secuestros. Según el IDEAM, los cultivos de uso ilícito son la causa directa de la tala de coberturas boscosas (generalmente bosques primarios) y quema indiscriminada de estos.

Además, afectan las condiciones fisicoquímicas del suelo y contaminan los recursos hídricos debido a los abundantes insumos que estos requieren en zonas selváticas de suelos poco productivos. Sumado a esto, datos de la Dirección Antinarcóticos de la Policía Nacional señalados por el Tiempo indican que en el proceso de transformación de coca a cocaína se generan vertimientos de sustancias químicas derivadas de residuos, de mínimo 3,5 toneladas por hectárea al año, que afectan los suelos y el agua. Los cultivos de coca también inciden indirectamente en la destrucción de los bosques al perforar la matriz boscosa y permitir la llegada de otras actividades productivas con mayor impacto directo. Por ejemplo, la construcción de vías y pistas clandestinas, y la aceleración de la transformación de bosque a agricultura y/o ganado con el fin de legitimar sus actividades y lavar activos. Las fumigaciones aéreas para erradicar han afectado bosques con prioridad de conservación como algunas zonas de los bosques húmedos andinos y el bosque húmedo tropical en las partes media y bajas del Catatumbo (Navia, 2007).

La degradación de los suelos y ecosistemas causada por los monocultivos de coca en conjunto con la fuerte influencia del narcotráfico, provocan la migración de los productores y el avance de la frontera agrícola hacia bosques primarios y áreas protegidas, siendo este es el principal problema de la coca (Jacobi, 2018).

## **Materiales y Métodos**

### ***Localización***

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca los guayabales, en la Vereda Rio Negro del Municipio de Toribío, se encuentra sobre el flanco occidental de la cordillera central, y está ubicado al nororiente del departamento del Cauca. La temperatura en esta zona varía entre los 18 y 23 grados centígrados, y su altitud oscila entre 1.400 y 4.085

metros sobre el nivel del mar. A una distancia de 123 kilómetros de la capital Popayán y a 83 kilómetros de la ciudad de Cali. Sus terrenos montañosos ubicados sobre la Cordillera Central, alcanza su máxima altura de 4.150 m.s.n.m. El municipio está conformado por 63 Veredas, dos (2) Centros Poblados y el Casco Urbano, situados en tres resguardos indígenas Tacueyó, Toribio y San Francisco (Vitonás, 2020).

## Figura 2

*Ubicación de la vereda Rio Negro municipio de Toribio Cauca*



*Fuente.* Tomada satelital por (Google maps, 2023).

## Instalaciones, Materiales y Equipos

La práctica de investigación se desarrolló en un galpón de 12 m de largo x 1 de ancho, dividido cada uno de los corrales en 1m de largo por 50 cm de ancho, para un total de 12 corrales en donde se ubicaron cada uno de los tratamientos, en donde se albergaron 5 animales por metro y medio cuadrado. La división de cada uno de los tratamientos fue en guadua, con lona verde en los laterales, techos de tejas de zinc, y una cubierta de malla para evitar la entrada de otros animales. Para la cama se utilizó cascarilla de arroz con un grosor de 10 cm. Cada sección estaba

equipada con un comedero y un bebedero. Se empleó cal viva tanto en los suelos como en las paredes del galpón con el fin de desinfectarlo. Se llevó a cabo un período de aislamiento de 15 días antes de la llegada de los pollitos, para la prevención de enfermedades.

Se instaló un dispositivo de desinfección de calzado, conocido como pediluvio, en la entrada del galpón, para ser utilizado por la persona responsable del manejo de las aves. La información fue registrada en una libreta de campo, posteriormente revisada, organizada y tabulada electrónicamente para crear una base de datos que permitirá analizar cada una de las muestras del experimento. Para el pesaje de los pollos y las raciones, se utilizó una balanza digital con capacidad para 10 kg.

### **Diseño Experimental**

Para la fase experimental se compraron pollitos de 15 días de nacidos para que tuvieran una semana de acostumbramiento, a los 21 días de edad se inició con el diseño experimental. Los pollos llegaron con un plan de vacunación establecida por las entidades sanitarias como el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). Después de estas actividades, las aves se distribuyeron en 12 corrales de forma aleatoria. Para la fase de engorde se utilizó una dieta con concentrado comercial, una segunda dieta con harina de hoja de coca al 10% y una tercera dieta con un 15% de hoja de coca. En cada uno de los tratamientos se utilizaron 5 pollos y 4 repeticiones; para un total de 20 pollos por tratamiento, 12 repeticiones y 60 pollos en total de engorde raza cobb. Las dietas fueron balanceadas conforme al programa de producción para pollo de engorde etapa de finalización mediante la técnica del tanteo en programa Excel (Microsoft Office, 2013).

### ***Periodo Experimental***

Este trabajo experimental se llevó a cabo en el año 2023. La llegada de los pollitos fue el 26 de septiembre y tuvieron una semana de acostumbramiento. El 3 de octubre se inicia con la dieta experimental que tuvo una duración de 28 días. Luego de este tiempo ya fueron sacrificados para comercialización.

Se evaluaron diversos parámetros, como la ganancia de peso, el consumo de alimento, conversión alimenticia y la mortalidad. El alimento se pesó a diario y se proporcionó a cada uno de los tratamientos. Cada semana, se registró el peso total de los pollos en cada corral. Además, se realizaron inspecciones diarias para observar el comportamiento de las aves ante las dietas experimentales.

Durante la fase de finalización, se siguieron las recomendaciones nutricionales establecidas para esta línea. Las dietas fueron formuladas con diferentes niveles de inclusión de harina de hoja de coca, estableciendo los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): Dieta con concentrado comercial.

Tratamiento 2 (T2): Dieta con 10 % de harina de coca.

Tratamiento 3 (T3): Dieta con 15 % de harina de coca.

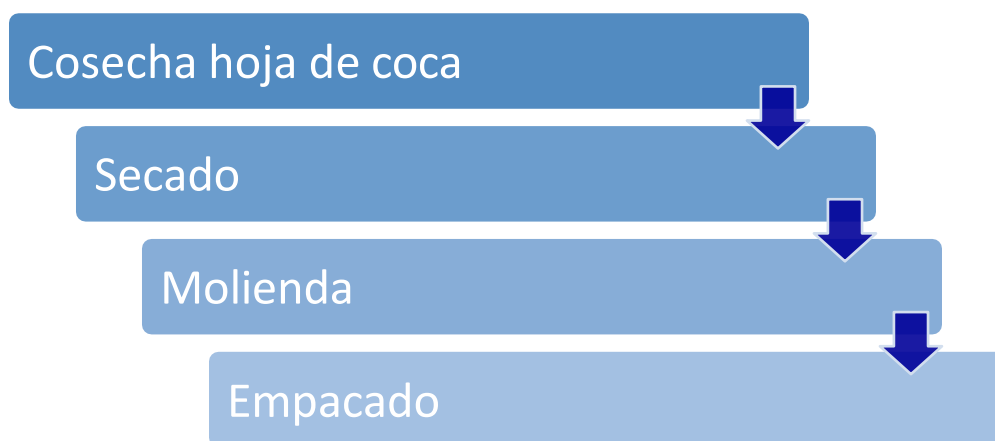
A continuación, se presenta el costo por kilogramo de cada uno de los tratamientos, así como el costo total de las dietas estudiadas. Los costos de producción se calcularon tomando en cuenta los precios de los ingredientes utilizados.

**Tabla 2***Costo de las dietas para pollos de engorde (etapa finalización)*

Insumos (%)	Tratamientos		
	T-1 (0% H. Coca)	T-2 (10% H. Coca)	T-3 ( 15% H. Coca)
Total Kg	180Kg	100kg	100kg
Costo por Kg	\$2.800	\$3.680	\$3.951
<b>Costos Total</b>	<b>\$504.000</b>	<b>\$368.005</b>	<b>\$395.110</b>

*Nota.* La tabla muestra el costo de las dietas de cada uno de los tratamientos en etapa de finalización. *Fuente:* autor

Para la elaboración de harina de hoja de coca, se siguió el siguiente flujograma de operaciones:

**Figura 3***Elaboración de hoja de coca*

*Fuente.* Autoría propia

***Variables de Respuesta***

Se evaluaron los siguientes parámetros productivos para los pollos de engorde: ganancia de peso corporal, consumo de alimento, el índice de conversión alimenticia y mortalidad; las variables se evaluaron de la siguiente manera:

### ***Ganancia de Peso***

Las aves fueron pesadas semanalmente, cada una al inicio del estudio y cada semana hasta finalizar la etapa de engorde donde culminó el experimento, utilizando las siguientes fórmulas.

Ganancia de peso (GP): correspondió al peso adquirido durante el suministro de las dietas, el cual fue calculado teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de Peso (g/pollo/sem)} = \text{Peso Final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

### ***Consumo de Alimento***

El consumo del alimento para cada unidad experimental fue registrado diariamente y calculado para toda la semana. El alimento correspondiente a cada repetición y tratamiento fue pesado y fue distribuido en los respectivos comederos. Al finalizar cada día, las sobras eran pesadas para cada corral y se restaban al valor total del alimento suministrado para obtener el consumo diario, utilizando la siguiente fórmula.

Consumo de alimento (Ca): correspondió a la cantidad de alimento que realmente consume el ave y se determinó teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo semanal ave} = \frac{\text{kilogramos suministrado semana} - \text{sobra semanal}}{\text{No. de aves que finalizaron vivas en la semana}}$$

$$\text{Consumo día ave} = \frac{\text{kilogramos consumo ave cada semana}}{\text{días de la semana que se suministro el alimento}}$$

El consumo acumulado es el resultado de sumar semana a semana el valor del alimento consumido hasta el día final del experimento.

### ***Conversión Alimenticia Acumulada***

La conversión alimenticia acumulada (C.A.A) se obtuvo de la relación del consumo de alimento acumulado entre peso vivo

$$\text{Conversión alimenticia acumulada} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (g)}}{\text{peso vivo final (g)}}$$

### ***Mortalidad***

Se registraron los datos para calcular la mortalidad de los pollos, y se aplicó la siguiente fórmula, para obtener el porcentaje de mortalidad:

$$\text{Mortalidad semanal \%} = \frac{\text{Número de aves muertas} \times 100}{\text{Número total de aves}}$$

### ***Análisis de Estadístico***

El estudio se llevó a cabo con un diseño completamente al azar, en el cual se evaluaron tres tratamientos cada uno con 4 repeticiones. Los resultados obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) que es una técnica usada para comparar medias en distintos grupos de medidas. La comparación entre grupos se realizó mediante la prueba de Tukey al 0,05% para conocer el nivel de significancia y evaluar el efecto del desempeño de pollos de engorde en sus diferentes fases evaluadas. Las diferencias entre grupos se consideraron significativas cuando  $p < 0,05$ .

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Statistica 7.0 (Statsoft, Tulsa Ok, EE. UU.).

## Resultados y Discusión

### Ganancia de peso

En la evaluación del efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de coca en la dieta, se analizaron variables, ganancia de peso, consumo de alimento conversión alimenticia y mortalidad, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3. El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), formándose tres grupos. El tratamiento T1 registró la mayor ganancia de peso al final del estudio, alcanzando 8.2364 g, mientras que los tratamientos T2 y T3 mostraron ganancias menores, con 6.8458 g y 7.18835 g, respectivamente, como se observa en la Figura 4. Esta diferencia podría explicarse por el hecho de que, al inicio de la dieta experimental, los pollos redujeron su consumo debido al color verde del alimento, lo que provocó una disminución significativa de peso durante la primera semana, mientras se adaptaban.

**Tabla 3**

*Análisis de las Variables Estudiadas*

VARIABLES DE ESTUDIO	T1	T2	T3
Ganancia de Peso.	8,2364	7,18835	6,8458
Consumo de Alimento.	22,44575	18,82925	18,65425
Conversión Alimenticia	2,725173476	2,620368611	2,726794508
% Mortalidad	0	0	0

*Nota.* La tabla muestra el análisis tomando en cuenta las variables del estudio, *Fuente:* autor.

El tratamiento 1 es uno de los que reporta mejores resultados, para los parámetros de peso final, consumiendo así también una mayor cantidad de alimento, respecto a los que obtuvieron menores resultados de los parámetros estudiados.

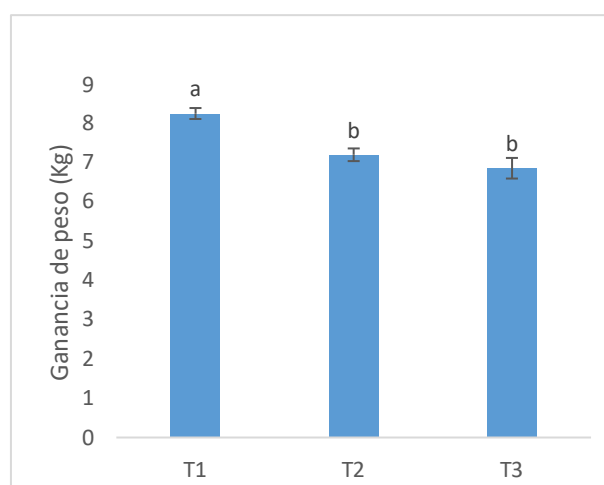
Valdiviezo (2012) reporta que la harina de coca presenta un alto porcentaje de proteína, y niveles de energía, se ha encontrado que presenta altos niveles de taninos (6.80 por ciento entre

taninos libres y conjugados), reduciendo la utilización y el aprovechamiento de sus proteínas, (Ramos-Aliaga, 2004). Esto asociado a la reducción en el consumo a mayores niveles de harina de coca podría ser la causante de una menor ganancia de peso.

Los estudios realizados por Romero (2010) con niveles de inclusión al 2, 4 y 6 % de hoja de coca, no presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a ganancia de peso.

#### **Figura 4**

##### *Ganancias de peso*



*Fuente:* autor.

Aunque la harina de coca posee un buen porcentaje de proteína y energía, también presenta altos niveles de taninos (6.80 % entre taninos libres y conjugados), los cuales reducen la utilización de sus proteínas y limitan el aprovechamiento de nutrientes. Esto pudo afectar el peso final, como se observó en este estudio. Además, la disminución en el consumo de alimento a mayores niveles de inclusión de harina de coca podría estar relacionada con una menor ganancia de peso (Ramos-Aliaga, 2004).

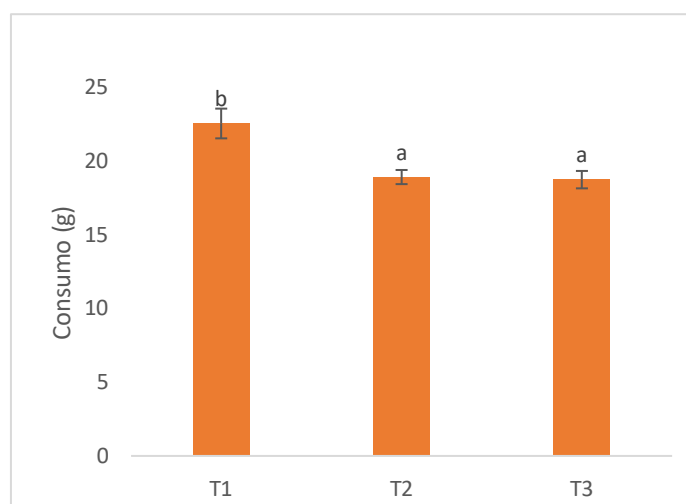
## Consumo de Alimento Etapa Finalización

El análisis de varianza permite identificar, que existieron diferencias significativas entre los tratamientos tabla 3. El consumo de alimento balanceado con hoja de coca al 10 y 15% disminuyó en la primera semana, reportando un menor consumo, siendo el tratamiento (T1) el que más alimento consumió 22,44575g y (T2 y T3) con menos consumo 18,82925 y 18,65425g, como se muestra en la figura 5.

Al suministrar el alimento balanceado con hoja de coca se notó que los pollos no consumían el alimento con gusto, el color verde que este presentaba no era muy apetecido. Otra de las explicaciones que se plantea es el menor consumo del alimento a mayor nivel de harina de coca, que estaría relacionada con la presencia de alcaloides en este ingrediente (principalmente la cocaína) y, que es coincidente con Henman y Metaal (2009), que describen este efecto generado por la cocaína a nivel del sistema nervioso central y se traduce en una disminución del apetito.

### Figura 5

*Consumo de alimento*



*Fuente.* Autoria propia

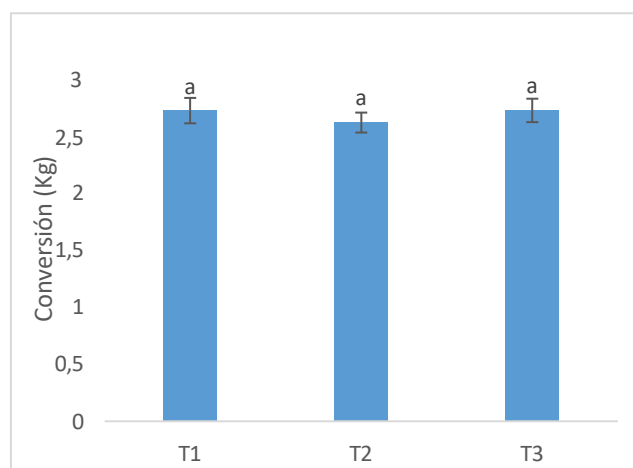
## Conversión alimenticia

En cuanto a esta variable, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos durante el período de estudio como se puede observar en la tabla 3, Sin embargo, los mejores resultados se observaron en el tratamiento (T1), y en el tratamiento (T3), mientras que el tratamiento (T2) presentó una mínima diferencia.

Estos hallazgos indican que la inclusión de harina de hoja de coca en niveles del 10 % y 15 % es viable para su implementación en la dieta de pollos en etapa de finalización (ver Figura 6). Estudios previos de Kovatsis et al. (1993) y Elika (2009) han demostrado que la administración de alcaloides en niveles similares a los de este estudio, durante períodos prolongados en pollos de engorde, permite una mejor adaptación de los animales, sugiriendo que los de mayor edad presentan mayor tolerancia a estos compuestos.

### Figura 6

#### *Conversión alimenticia*



*Fuente.* Autoria propia

## Mortalidad

El índice de mortalidad fue 0% en todos los tratamientos evaluados durante el periodo experimental. Los valores obtenidos en estas variables estudiadas muestran que la implementación de harina de hoja de coca en una dieta de finalización para pollos de engorde no presentó efectos negativos. Como se muestra en la tabla 3. Según Romero (2018), una mortalidad ideal, al final del ciclo de engorde, es de 2 a 2.5% con una máxima de 4 o 5%.

## Análisis Económico

Para determinar si hubo diferencias significativas en el costo de las dietas, así como en las variables estudiadas, se aplicó la prueba de Tukey. Con el fin de obtener resultados más precisos, los datos fueron registrados en una libreta de campo y posteriormente organizados en una base de datos en Excel. Esto permitió evidenciar la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la mortalidad, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Comparación de los datos prueba Tukey*

Nombre del tratamiento	Ganancia de peso	Consumo	Conversión alimenticia	Costo de alimento
T 1	8.236400	22.44575	2.725173	\$2.625
T 2 (10%)	7.188350	18.82925	2.620369	\$3.680
T 3 (15%)	6.845800	18.65425	2.726795	\$3680

*Nota.* Para la comparación de los datos de la tabla se aplicó la prueba Tuckey. *Fuente:* autor.

Las dietas experimentales T2 y T3 demostraron reunir las características adecuadas para reemplazar el concentrado comercial, ya que, a pesar de tener un costo superior, su rentabilidad es comparable a la de la dieta T1, lo que las convierte en alternativas viables desde el punto de vista económico

La relación costo del alimento y consumo permite evidenciar una mayor inclusión de harina de hoja de coca, menor consumo y reduciendo de su costo. Las dietas experimentales T2 y T3 reunieron las características necesarias para sustituir una dieta en la etapa de pollos de engorde, aunque es más costoso el consumo fue más bajo que el concentrado comercial, la conversión alimenticia de la tres (3) dietas no presentaron diferencias significativas, entre los tratamientos experimentados el tratamiento T2 presentó mejores resultados de ganancia de peso que el T3.

Los costos de los alimentos fueron obtenidos considerando los precios de las materias primas usadas para balancear las dietas. Se calcula el valor del kilogramo del concentrado comercial, del concentrado balanceado al 10% y al 15% y se determinó la ganancia de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia.

### **Relación y costo de las dietas**

Al comparar el costo del tratamiento 1 con los tratamientos que incluyeron niveles de hoja de coca al 10 y 15%. Se observó que el T1 presentó un precio más bajo, por kilogramo (\$ 2.625), en comparación con el tratamiento T2 (10% de inclusión 3.680) y el tratamiento T3 (15% de inclusión 3.951).

Al analizar el costo total de cada dieta, se evidenció que, a pesar de tener un menor precio por kilogramo, el mayor consumo del tratamiento 1 incrementó significativamente su costo total.

El tratamiento de inclusión con harina de coca que presentó un menor costo fue el tratamiento T2, el cual también mostró uno de los mejores resultados. En la tabla 3 se observó

que, aunque la ganancia de peso fue menor en comparación con la dieta T1, la reducción en el consumo de alimento de la dieta T2 contribuyó a una disminución considerable en su costo.

## Conclusiones y Recomendaciones

La utilización de harina de hoja de coca *Erythroxylum coca* como fuente de proteína en la alimentación de pollos en la fase final de engorde cumplió con las características nutricionales requeridas para una dieta balanceada, sin afectar los parámetros productivos de los animales. Los resultados obtenidos demuestran que, a pesar de que la dieta con harina de hoja de coca presentó ciertos desafíos en cuanto a la aceptación por parte de los pollos debido al color oscuro del alimento, no se observó un impacto negativo significativo en su crecimiento y salud general.

En términos de ganancia de peso, la dieta (T1) presentó mejores resultados, ya que los pollos mostraron un mayor consumo de alimento, mientras que las dietas experimentales, debido a su apariencia menos atractiva, tuvieron un consumo reducido. No obstante, la conversión alimenticia en todos los tratamientos no presentó diferencias significativas, y tanto la dieta (T1), como la T3 presentaron índices similares en este aspecto. Importante es destacar que no se presentó mortalidad en los pollos, lo que indica que la harina de hoja de coca, en concentraciones de hasta un 15%, no es tóxica ni altera negativamente la dieta, por lo que puede ser considerada una opción viable en la alimentación de pollos de engorde.

La inclusión de harina de hoja de coca en la dieta de los pollos, hasta un 15%, representa una alternativa viable y económica para las familias campesinas. Este uso no solo aporta beneficios nutricionales y productivos, sino que también ofrece una nueva perspectiva sobre esta planta, contribuyendo a su revalorización como recurso legítimo, en lugar de ser asociada exclusivamente con usos ilícitos.

Este enfoque abre la puerta a nuevas posibilidades para el desarrollo agrícola y ganadero, favoreciendo tanto a las comunidades rurales como al medio ambiente, al promover el uso sostenible de un recurso natural abundante y tradicional en la región.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar el uso de harina de hoja de coca en niveles más altos, en los que se pueda modificar la pigmentación del alimento para hacerlo más apetecible para los pollos, evitando la disminución en el consumo durante las primeras semanas de adaptación.

Es importante ampliar la investigación a otras especies animales, como bovinos y cerdos, para explorar el potencial de la harina de hoja de coca como fuente de proteína en la alimentación de diferentes tipos de ganado. Esto podría abrir nuevas oportunidades tanto desde el punto de vista económico como en la diversificación de su uso.

### Referencias Bibliográficas

- Barajas, A. (2020). *Cifras y proyecciones de la avicultura colombiana en 2020*.  
<https://www.industriaavicola.net/mercados-y-negocios/cifras-y-proyecciones-de-la-avicultura-colombiana-en-2020/>
- Bustamante, N. (2019). La panacea que se esconde detrás de la coca. *El Tiempo*.  
<https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/erythroxyllum-propiedades-medicinales-y-nutricionales-de-la-coca-433182>
- Caicedo, Y. C., y Holes, G. (2021). Usos agroindustriales de la hoja de coca en comunidades indígenas del Cauca, Colombia en el marco del posconflicto. *Política, globalidad y ciudadanía*. 7 (14), 44-62.  
<https://revpoliticas.uanl.mx/index.php/RPGyC/article/view/186>
- Celis, C. (2019). Efecto de la inclusión de harina de hoja de bore (alocasia macrorrhiza) en la dieta, sobre el desempeño productivo y la sobrevivencia de pollos de engorde en etapa de finalización. [Trabajo de Pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander].  
Repositorio institucional. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/6100>
- Conda, E. (2021). Implementación de una dieta a base de harina de botón de oro (Tithonia Diversifolia) y harina de chachafruto (Erythrina Edulis) como fuente de proteína en la alimentación de pollos de engorde, en la comunidad indígena del resguardo Jambaló, Cauca. [Trabajo de Pregrado, Universidad Nacional, Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional.  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42611/mecondau.pdf?sequen=>
- Cupajita, A. (2015). Usos y problemáticas ambientales producidas por el cultivo de hoja de coca a partir de la sistematización de experiencias de la Asociación Campesina AGROPATÍA

- municipio del Patía- Cauca. [Trabajo de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional.
- <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2512/CupajitaLopezCristianAndres2015.pdf;jsessionid=BFA377B87C76A07CB2285E6E517D2F12?sequence=1>
- Escobar, A. (2022). Parametros productivos y rendimiento de la canal en pollos de engorda (cobb 500) con inclusión de moringa (moringa oleífera) en un sistema intensivo. [Tesis de Grado, Universidad Autónoma del Estado de Mexico].
- <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/137619/Tesis%20Abigail%20Escobar%20Salcedo.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Estrada, E. M. (1999). Efecto de diferentes niveles de proteína en dietas de pollo de engorde durante la primera semana de vida [Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/27990bba-4f89-4b93-a03d-ef9bf953cc81/content>
- Gaviria, Y. S., Figueroa, O. A., y Zapata, J. E. (2021). Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. *Información tecnológica*. 32(3), 79-88.
- <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v32n3/0718-0764-infotec-32-03-79.pdf>
- Healey, S. B. (2009). Anatomía de la Hoja de Coca. 1-37. <https://el-ecuatoriano.blogspot.com/2009/01/anatoma-de-la-hoja-de-coca.html>
- Jacobi, J. (2018). El cultivo de la hoja de coca en sistemas agroforestales dinámicos en los Yungas de La Paz. *Acta Nova*. 8 (4), 604-630.
- [http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v8n4/v8n4\\_a08.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v8n4/v8n4_a08.pdf)

- Mamani, V. (2008). Política de industrialización de la hoja de coca y su impacto en el crecimiento económico sostenible en Bolivia. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional.  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/2046/T-1111.pdf?sequence=1>
- Montoya, L. A. (2018). Propuesta de un modelo ecosistémico para la cadena productiva de la coca con fines alternativos en Colombia. *Revista logos, ciencia y tecnología*. 10 (1), 84-94. <https://www.redalyc.org/journal/5177/517754458007/html/>
- Navia, M. (2007). Erradicación manual de cultivos de coca. [Tesis de Grado, Universidad de los Andes]. Repositorio institucional.  
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20369/u319280.pdf>
- Restrepo, D. (2018). *La industrialización de la hoja de coca. Un camino de innovación, desarrollo y paz en Colombia*. Open Society Foundations.  
<https://www.opensocietyfoundations.org/uploads/c5b0b8cf-0c94-4040-bb45-93535b685a9c/path-to-innovation-evelopment-and-peace-in-colombia-es-20180521.pdf>
- Romero, R. (2018). Niveles de harina de coca (*Erythroxylum coca*) sobre el rendimiento productivo de pollos de carne. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3645/romero-vasquez-abner-ruben.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rostagno, H., y Teixeira, F. (2005). *Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*.  
<http://www.fagro.edu.uy/nutrical/ensenanza/avicultura/Tablas%20aves%20y%20cerdos.pdf>

Sociedad española de productos húmicos S.A. (2010). El cultivo legal de la coca orgánica y recomendaciones para su fertilización. *Sephu*. 45, 1-15.

[https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/81972/045---10.05.10---Cultivo-Legal-de-Coca-Orga--769-nica.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/045---10.05.10---Cultivo-Legal-de-Coca-Orga--769-nica.pdf)

Vitonás, M. (2020). *Cartografía social*

<https://www.coursehero.com/file/63250722/CARTOGRAFIA-SOCIAL-2docx/>

Vilca, C., y Adriana, T. (2002). Evaluación nutricional de la proteína de la hoja de coca (*Erythroxyllum coca* Lamarek var. Coca). [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/Cordero\\_V\\_T/t-completo.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/Cordero_V_T/t-completo.pdf)