

**Inclusión de la semilla del Chachafruto *Erythrina edulis* como suplemento alimenticio en
animales domésticos monogástricos**



**Carol Dahiana Bastidas Finscue
Kerly Katerine Ciclos Cometa**

**Fundación Universitaria de Popayán
Administración de Empresas Agropecuarias
Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas
Popayán
2020**

Inclusión de la semilla del Chachafruto *Erythrina edulis* como suplemento alimenticio en animales domésticos monogástricos

**Carol Dahiana Bastidas Finscue
Kerly Katerine Ciclos Cometa**

Trabajo de grado en modalidad de Monografía

Presentado como requisito para optar al título de Administradoras de Empresas Agropecuarias

Director

Carlos Augusto Martínez Mamián

Fundación Universitaria de Popayán

Administración de Empresas Agropecuarias

Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas

Popayán

2020

Resumen

La presente monografía es el resultado de una revisión literaria de estudios realizados sobre el Chachafruto *Erythrina edulis*, exponiendo aspectos importantes de él como su origen, morfología, historia, usos comunes y lo que para este documento respecta, el valor nutricional de sus semillas como suplemento en las dietas alimentarias de animales domésticos monogástricos, específicamente pollos, cerdos y peces.

Luego de realizar una revisión teórica sobre la planta, se hace una profundización sobre los factores nutricionales y antinutricionales de la semilla del Chachafruto, análisis de su alto contenido proteico que sirve como suplemento en la dieta de animales anteriormente mencionados, ofreciendo a productores mayores índices de rentabilidad debido a su fácil obtención, accesibilidad y variedad de usos domésticos.

Otro aspecto significativo que se resalta en esta monografía es la importancia del Chachafruto en las comunidades indígenas de algunas regiones de Colombia donde se produce la planta. En ellas, el Chachafruto es considerado un alimento ancestral que corre riesgo de extinción, pero que como ellos mismos lo manifiestan, está en sus manos mantener las tradiciones de su producción y usos como base de una seguridad y soberanía alimentaria y fuente de ingresos.

Palabras clave: Chachafruto, animales monogástricos, planta, semilla, suplemento alimentario.

Contenido

RESUMEN	3
Lista de tablas.....	6
Introducción	7
El Chachafruto	9
Clasificación botánica de la especie <i>Erythrina edulis</i>	10
Origen	10
Morfología del Chachafruto <i>Erythrina edulis</i>	11
El árbol.....	12
Las hojas.....	12
Las flores.....	13
Los frutos	13
Las semillas	13
Características del Chachafruto, de la familia Fabaceae	14
Chachafruto como cultivo	14
Germinación de la semilla del chachafruto.....	14
Propagación por estacas	15
Almacenamiento de las semillas	15
Suelos.....	16
Fenología.....	16
Plagas	17
Manejo de la planta.....	17
Rendimiento	17
Podas.....	18
Ecología	18
El Chachafruto para Las Comunidades	18
Características nutricionales de la planta.....	21
El valor nutricional de las semillas	21
Análisis proximal.....	24
Calidad proteica del chachafruto	25

INCLUSIÓN DE LA SEMILLA DEL CHACHAFRUTO *ERYTHRINA EDULIS*

5

Usos de chachafruto.....	29
En la alimentación humana	29
En la alimentación animal	30
Para uso medicinal	30
Otros usos.....	31
El Chachafruto y La Calidad de Vida.....	31
Mejora la calidad de vida del hombre.....	31
Mejora la economía campesina	31
Mejora los suelos:	31
Uso del Chachafruto en Animales Domésticos Monogástricos	32
Pollos	32
Período experimental	33
Cerdos	35
Trucha arco iris.....	37
Cuyes	39
Conclusiones	41
Referencias.....	42

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación botánica de la especie.	10
Tabla 2. Composición química de la semilla de chachafruto.	22
Tabla 3. Aminoácidos de las semillas del pajuro <i>Erythrina edulis</i> T. versus otras leguminosas (g/100 g de proteína cruda).	23
Tabla 4. Análisis de semilla y vaina.	24
Tabla 5. Análisis de la semilla tierna (parte comestible).....	24
Tabla 6. Maíz vs concentrado	33
Tabla 7. Raciones recomendadas	33
Tabla 8. Materias primas y nivel de inclusión en la dieta	34
Tabla 9. Dosificación de alimento al 1.5% sobre el total del peso vivo.....	36

Introducción

Los animales monogástricos son caracterizados por poseer un estomago relativamente simple, con funciones de digestión y absorción en el canal alimentario, mediante mecanismos enzimáticos y bioquímicos. Los tractos digestivos de las aves y cerdos presentan diferencias notables, pero los procesos digestivos, los productos finales de la digestión y el grado de utilización de los nutrimentos son muy similares. La alimentación de estos animales se debe basar en productos que se puedan digerir enzimáticamente, es decir; que se puedan absorber principalmente en el intestino delgado para tener un porcentaje alto de asimilación y utilización de los nutrimentos (almidones, azúcares, grasas y proteínas) con fines productivos. (Giraldo, y otros, 2007).

Para que la conversión alimenticia sea eficiente y se manifieste en un óptimo rendimiento en estas especies, se son necesarios los alimentos balanceados, debido que, estas poseen un requerimiento nutricional más exigente, en la cual, se debe de llenar sus necesidades proteicas, energéticas, vitamínicas, y de minerales.

Los animales domésticos monogástricos de acuerdo a la edad y fase productiva cambian las necesidades alimenticias, es así como poseen características digestivas diferentes y los procesos digestivos y enzimáticos no permiten la utilización de algunos componentes nutricionales. (Garzón & Nava, 2003).

Por su parte, la actividad económica en el sector agropecuario en Colombia en los últimos años, se pudo observar que la industria de los alimentos balanceados presentó un incremento en su producción año tras año, con un 6% entre 2014 a 2015, concluyendo que existe un comportamiento de consumo estable en la industria, lo que infiere que los productores se han basado en obtener insumos en los almacenes agropecuarios (Buitrago, 2019). Es decir, la mayoría de los pequeños y

medianos productores están utilizando los concentrados como única fuente de alimentación para la producción animal, lo que implica altos costos de producción y un margen mínimo de ganancia, influyendo directamente en su calidad de vida. Dejando de lado las materias no convencionales que se pueden utilizar en la alimentación de producciones pecuarias, como la inclusión de plantas originarias que luego de un proceso brindan suplementos alimenticios rentables para dicha producción y formas de alimentación sostenibles.

De modo que, es necesario evaluar diferentes materias primas como alternativas de alimentación animal, como fuentes energéticas y proteicas; por lo que, se necesita disponer de diferentes fuentes que provean nutrientes y fibras, suministrando nutrientes de alta calidad a un bajo precio y que posea disponibilidad en el sector, además que, permita una respuesta satisfactoria en el proceso de rendimiento productivo de los animales. (Revista NutriNews , 2014). En esta revisión bibliográfica se presenta al Chachafruto; una planta multipropósito, que se puede utilizar como cercas vivas, cultivos asociados, bancos de proteína y alimentación humana y animal, quien eventualmente podría permitir la disminución de costos de producción y alcanza rendimiento y productividad, al ser una planta perteneciente a las fabáceas, son fijadoras de nitrógeno y ayudan al medio ambiente, por lo cual garantiza mejores resultados en la producción agropecuaria.

Por lo anterior, se podrían establecer valores económicamente eficientes para el pequeño productor, debido a sus múltiples usos y beneficios que esta planta posee, aportando seguridad y soberanía alimentaria al poder producir animales domésticos monogástricos con factor diferenciador.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la presente monografía permite hacer una revisión literaria sobre la alimentación de animales domésticos monogástricos, a partir de la inclusión de la semilla de Chachafruto *Erythrina edulis* como suplemento alimenticio, mediante el estudio de

valores nutricionales que posee la semilla y los parámetros productivos para establecer su viabilidad en la dieta de animales domésticos monogástricos.

El Chachafruto

El Chachafruto *Erythrina edulis* es una leguminosa oriunda de Latinoamérica. En el Perú se encuentra en zonas húmedas con lluvias anuales superiores a 1400 milímetros, con una altitud

de 1400-2400 msnm (Espinosa, 2019) En este país se le denomina principalmente como “Pajuro”, “Pashuro”, “Basul” y “Pisonay”; en Ecuador se conoce como “Sachaporoto”, “Frijol del monte”, “Pashullo” y “Porotón” y en Colombia se le denomina “chachafruto”, “Balú” y “Frijol de monpás”.

Según Nancy Barrera (1994, citado en D`Amore, 2016) en Colombia, la producción se eleva a las 36 toneladas/hectárea de frijón, para árboles de 6 años de sembrados con una densidad de cultivo de 400 árboles/hectárea. Este árbol puede usarse como sombrío para el cultivo del café. Actualmente en Colombia se produce para "bancos de proteínas" ya que tiene una producción de 80 toneladas/hectárea de forraje proteico (23% de proteína).

Clasificación Botánica de la especie *Erythrina edulis*

A continuación, se muestra la clasificación botánica del Chachafruto de acuerdo a la base de datos del jardín botánico de Missouri:

Tabla 1. Clasificación botánica de la especie.

Reino:	Plantae
División:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Orden:	Rosales
Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Erythrina</i>
Especie:	<i>Erythrina edulis</i>

(Guzman, 2020)

Origen

Según (Barrera & Mejia, 1998) el Chachafruto llegó a Colombia desde el Perú, dado que lo trajeron indígenas Inganos descendientes de los Incas, quienes huían de la guerra y cargaban consigo las semillas cocinadas como fuente de alimentación y semillas vivas iban sembrando por

el camino hasta que se lograron establecer en un sitio llamado "Porotal", ubicado a seis horas a pie del Valle del Sibundoy en el Putumayo.

Allí también sembraron semillas de poroto, que dieron origen a los árboles viejos que ahora encontramos en los patios las viviendas de los inga-nos de San Andrés y de Santiago en el Valle del Sibundoy (Putumayo).

Son diversas las concepciones sobre el chachafruto que tienen los habitantes de algunas partes de las regiones donde esta planta crece. Para don Domingo Jansajoy, ex-gobernador del cabildo de San Andrés y de Santiago en el Putumayo, el sachaporoto, como es conocido para ellos: "*salvó la comunidad de dos hambrunas, época muy triste en la que no se pudo sembrar frijol ni maíz, el sachaporoto fue la salvación, él es resistente, no desapareció y sus semillas fueron fuente de proteína.*" (Marín Barrera, 2003a)

De las 113 especies de *Erythrina* que existen en el mundo, 70 se encuentran en los neotrópicos, 31 en África y 12 en Asia- Oceanía; por ello, el Chachafruto *Erythrina edulis* es una especie muy significativa por ser la única en presentar una semilla comestible que contiene grandes cantidades de proteína y carbohidratos de importancia nutricional, farmacéutica e industrial.

Morfología del Chachafruto *Erythrina edulis*

El nombre científico de este árbol es *Erythrina edulis*, significa: árbol de flores rojas y de semillas comestibles. Es muy apreciado por los mayores de la zona andina de América, dado que, produce vainas de 15 y 60 cm de largo y 3 cm de diámetro, con granos de color amarillo, pardo y rojo. Son frijoles gigantes que llegan a medir hasta 7 cm de largo por 3.5 cm de grueso. (Marín Barrera, 1998a)

El Árbol

El Pajuro o Chachafruto es un árbol frondoso que puede llegar a medir 8 metros de altura promedio y un diámetro de 24 cm de tronco. Así mismo, se ha evidenciado ejemplares de 14 metros de altura y 47 cm de diámetro. Tiene espinas en tallo, hojas, ramas. En un estudio realizado por el Instituto Central de Investigación de la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión” en el 2016 se reporta que en la región de Oxapampa este árbol crece entre unos 4 a 10 metros de alto y hasta 50 centímetros de diámetro.

El chachafruto produce frutos dos veces al año, la primera en los meses de junio y julio y la segunda de noviembre a diciembre con un promedio de 245 kg por árbol/año y se cosecha al alcanzar su madurez fisiológica. (Peralta Vargas, 1982).

Las Hojas

Por lo general el Pajuro es un árbol que después de tres años de sembrado desarrolla tres o cuatro ramas con abundantes hojas. Estas hojas de color verde claro son alternadas, pinnado - trifoliadas y de peciolo largo que se agrupan alrededor de las ramas, el foliolo central es de mayor tamaño (20 x 14 cm) que los foliolos laterales (17 x 10 cm), poseen glándulas productoras de néctar en la base de los foliolos que atraen a los insectos (8) también presentan espinas en forma cónica en los peciolo, nerviaciones y troncos. En la etapa de floración las hojas se caen naturalmente del árbol, acumulándose en el suelo y transformándose en abono para la misma planta.

Una inflorescencia tiene de 180 a 200 flores completas con simetría bilateral (zigomorfas) con forma típica de la papilionáceas, con pedicelos cortos que se agrupan en triadas alrededor del eje floral.

Las Flores

Las flores son completas, zigomorfas con pistilo único rodeado por 10 estambres; presenta un color carmesí con algunas variantes a anaranjado intenso; miden en promedio 2.8cm x 1.2 cm, se distribuyen en racimos de hasta 45 cm de longitud, en el cual puede poseer 190 flores en promedio y solo 65 se convierten en legumbres maduras. La duración de flor a legumbre es de 65 días.

Son polvorosas, característica propia de las papilionáceas, con un pedúnculo floral de una longitud aproximada de 3 - 18 mm. El cáliz es bilabiado, delgado, un largo 1cm aproximadamente y de 8 - 10 mm de ancho. Las flores muestran un estandarte ancho y elíptico de 2 - 3 cm de largo con alas pequeñas, miden de 3 - 6 mm de largo y se encuentran ocultas en el cáliz; la quilla es comúnmente lobada. Todas las especies son rojas o anaranjadas, excepto una que es verde.

Los Frutos

Son legumbres o vainas alargadas, lisas y brillantes de color verde claro y tamaño variado, llegan a medir en promedio 32 x 3.3 cm, con 6 semillas en cada vaina, aunque, se han encontrado frutos que llegan a medir entre 35 y 40 cm, con un ancho de 4 a 6 cm.

El número de vainas que hay por kilogramo es aproximadamente de 7 a 8 vainas. En cuanto la relación del peso total, la cáscara representa el 50% y las semillas el 50% restante.

Las semillas

Las semillas son como un frijol grande de configuración cóncava, conformada por los cotiledones de color blanco que constituyen la parte comestible de la planta. Su tamaño oscila entre 5.2 x 2.5 cm; posee una cascará lisa y brillante, de consistencia gruesa, que se torna de color marrón oscuro en su madurez, la testa varía según el proceso de maduración que va de un rosado hasta un tono marrón o rojizo oscuro y pocas veces negro. (Córdova, 2018)

Las semillas son comestibles cuando se encuentran frescas, y en un kilo de estas hay 146 semillas y estado seco se encuentra 175 semillas en promedio.

Características del Chachafruto, de la familia Fabaceae

El Chachafruto pertenece a la familia más extensa dentro del reino vegetal, existen unas 15 mil especies en todo el mundo. Dicha planta tiene un fácil reconocimiento por el fruto que presenta: la vaina.

Esta familia tiene especies muy importantes usadas como plantas alimenticias, forrajes, medicinales, industriales, etc.; en ellas también se puede encontrar comúnmente diferentes tipos de sustancias como alcaloides, glucósidos, colorantes, proteínas, carbohidratos y fibras, importantes por su valor nutricional.

El género *Erythrina* posee hasta el momento 108 especies de árboles, arbustos y algunas hierbas. Se encuentran en países de América del Sur como, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Panamá, y Ecuador (Krukoff & Barneby, 1974, citado en Acero, 2002).

Chachafruto como cultivo

En este apartado es importante conocer cuál es el proceso que tiene el Chachafruto, desde su inicio en cultivo hasta la cosecha, el almacenamiento, repique y demás aspectos a tener en cuenta a la hora de producir esta planta.

Germinación de la semilla del Chachafruto

Las semillas comienzan a germinar de 11 a 25 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones climáticas, algunas semillas pueden tardar 43 días en emerger. Con la aparición de las raíces, las primeras hojas aparecen después de una a dos semanas. Requiere 7 días de sombra la cual se regula de acuerdo a su crecimiento vegetativo, no se debe exceder el riego para evitar la saturación del sustrato en el cual se encuentra la semilla. (Ocaña, 1994, citado en Acero 2002)

Propagación por estacas

La propagación de estacas se realiza trasplantándolas directamente al terreno final, las estacas frescas varían en tamaño, siendo las más habituales de 3 a 18 cm de grosor y de 0,40 a 2.25 cm de longitud (Martel, 1988). La experiencia ha demostrado que, entre más grande sea la estaca, disminuye el ataque de animales o plagas y el desarrollo de brotes será rápido.

Para la reproducción en bolsas, se aconseja el uso de estacas de 15 a 30 cm de largo y de 2 a 3 cm de diámetro, las cuales deben estar protegidas del viento y el sol para garantizar su prendimiento. (Martel, 1988, citado en Acero 2002)

Los agricultores suelen utilizar esta especie como barreras vivas, barreras rompe viento, sistemas silvopastoril y linderos, para ello utilizan estacas de 40 a 45 cm a lo largo de la ubicación definitiva, el árbol de chachafruto posee una estructura de copa densa, fuerte capacidad de regeneración, produce hojas forrajeras, frutos comestibles y postes vivos (Carlson, 1990, citado en Acero 2002). No se recomienda el uso de estacas de árboles viejos debido que el porcentaje de viabilidad es menor al 55%, por el cual se recomienda el uso de estacas de árboles de 3-5 años, el cual posee una viabilidad aproximada del 99%. Al realizar la poda de formación se puede obtener de 25 – 30 estacas de un árbol. (Ocaña, 1994 citado en Acero, 2002). Para la obtención de frutos, se recomienda la siembra de 5 metros entre plantas, y para cercas vivas de 1.5 a 3 metros de distancia, donde el árbol se desarrolla 50 cm por año. (Lojan.I, 1992, citado en Acero 2002)

Almacenamiento de las semillas

Al momento de sembrar y propagar las semillas, es importante que luego de la cosecha se tengan en cuenta recomendaciones frente al manejo que se debe dar para su respectivo almacenamiento.

De acuerdo con lo anterior se podrían formular recomendaciones a los agricultores interesados en la propagación masiva de la planta a partir de la semilla de Chachafruto, como, el almacenamiento de la semilla; ya que, según (Mejia, Marin, & Barrera, 2010) a medida que se incrementa el número de días entre la cosecha y la siembra de la semilla, el porcentaje de emergencia disminuye entre un 10% a un 30%, debido a que la semilla de chachafruto es recalcitrante y no tiene mecanismo de bloqueo de su actividad metabólica. El porcentaje de emergencia de la semilla de chachafruto en las condiciones del experimento, sólo se ve afectado por el tamaño de la semilla y por el intervalo de siembra. Lo correcto es sembrarlas inmediatamente después de la cosecha, si se almacena por más de diez días, se recomienda sumergir en una solución de hipoclorito al 5% durante cinco minutos, se lavan suavemente con la mano, se enjuagan dos veces, se ponen a secar al aire y se guardan en bolsas de plástico en la parte baja de la nevera o en un sitio fresco, esto con el fin de conservar la viabilidad de la semilla.

Suelos

Para el desarrollo óptimo del Chachafruto se recomienda suelos arcillosos, sueltos y francos con un pH entre 6.5 a 7.5; la semilla o estaca posee cierta tolerancia a encharcamientos temporales; aun así, cuando se siembra en suelos ácidos es necesario aplicar cal al terreno final (Acero, 2002).

Fenología

Desde el inicio de la floración, hasta la madurez fisiológica del fruto, transcurren aproximadamente de 60 a 65 días. (Acero, 2002) La floración es variable en las diferentes zonas donde se desarrolla, ya que se puede observar la flor en los meses de marzo y abril en altitudes de 1900 msnm. (Rodriguez, 1985).

Plagas

En el vivero el principal daño lo causa una larva barrenadora que afecta la yema terminal, provocando una bifurcación de la planta. En campo, el ataque lo hace un minador de la hoja que puede defoliar la planta; la vaina es atacada por una plaga del orden lepidóptero *Teresita meticulousali* ocasionando daño a la semilla. (Rodríguez, 1985). En efecto, al implementarse un cultivo intensivo de esta fabácea se puede llegar a convertirse en foco de plagas. (Vela & Urteaga, 2017)

Manejo de la planta

Este árbol es caducifolio y para realizar las podas es necesario tomar en cuenta el propósito de su siembra, debido a que la realización drástica de esta actividad disminuirá la producción de frutos. (Barrera & Mejía, 1998).

De acuerdo con la información anteriormente suministrada, es importante conocer ahora cuál es el rendimiento de la planta y las recomendaciones sobre su poda.

Rendimiento. De acuerdo con Acero (2002) se obtiene la siguiente información:

Producción de fruto por árbol/año: 170Kg

Porcentaje de semillas respecto a fruto: 54%

Porcentaje de vaina respecto al fruto: 46%

Rendimiento de fruto fresco a harina seca: 16%

Contenido de humedad de la semilla: 82%

Contenido de humedad de la cáscara de la vaina: 90%

Iniciación de producción de fruto: 27 meses

Arboles por hectárea en cultivo asociado: 204

Arboles por hectárea en cultivo homogéneo: 400

Arboles por kilómetro de cerca viva: 500

Podas. Se recomienda realizar podas de la siguiente forma:

Primera: a los 12 meses de la siembra

Segunda: a los 6 meses del primer corte

Tercera: a los 6 meses del segundo corte

En adelante a los 4 meses.

(Acero, 2002)

Ecología

El Chachafruto o porotón, se cultiva en la ceja de selva y los valles interandinos de Perú, Ecuador y Colombia, entre los 1400 a 3000 metros sobre el nivel del mar, también se pueden encontrar en elevaciones más bajas. (Krukoff & Barneby, 1974, citado en Acero, 2002), Por su parte Borja y Lasso (1990, citado en Acero, 2002) señalan que es una especie del bosque húmedo Tropical, encontrándose al borde de los cultivos o huertos en pocas cantidades, asociado con cultivos agrícolas o pastos, la producción de frutos se incrementa donde haya buena disponibilidad de agua.

El Chachafruto Para Las Comunidades Colombianas

Erythrina edulis Triana, chachafruto o fríjol de árbol, tesoro andino que crece en todo Suramérica, llegó a Colombia desde Perú, traído por los indígenas Inganos como anteriormente se ha mencionado en el documento; posteriormente, durante la colonización antioqueña, cuando en sus largas correrías los arrieros agotaban sus provisiones, cocinaban a modo de fríjoles las semillas de chachafruto que encontraban en el camino; así mismo, muchos campesinos las usaban en un “sancocho” con plátano y yuca para alimentar a los cerdos, y molían las vainas para las vacas. Con chachafruto se alimentaron generaciones enteras en zonas rurales apartadas, salvándolas de la

hambruna. (Universidad Nacional, 2020). Para los Indígenas Paeces que viven en San Lorenzo comunidad perteneciente al municipio de Caldon, Departamento del Cauca, el chachafruto, es una especie a la cual se le rinde homenaje, como símbolo de su tradición y de su cultura. Al chachafruto le llaman Uswal que significa: "Fríjol de Árbol". El nombre de Caldon en lengua nasa yuwe es Uswal s'ab que significa: "tierra del chachafruto". A su vez la quebrada que rodea el pueblo también recibe el nombre "Uswal". En la casa cural de Caldon el señor Carlos Recaman y su compañero pintaron un gran mural para rendir homenaje al chachafruto. En él se representa el árbol de chachafruto y colgados en sus ramas están los símbolos sagrados de los Paeces: La mochila y el bastón.

El árbol del chachafruto con sus hojas y sus flores está pintado en el primer muro de la iglesia de Caldon a su costado derecho, acompañando la pintura alegórica a los 500 años del descubrimiento de América. Los testimonios de los paeces de Caldon verifican el uso:

"Desde que era pequeña mi mamá hacia arepas de chachafruto mezcladas con maíz"; Elvira Angela Tatumbo .

"Los abuelos hacían sopa de maíz tostado con hojas de zapallo "biche" y le echaban chachafruto "jecho". El chachafruto de los árboles se pierde, no se consume ahora, a la gente le gusta todo lo comprado, lo tienen en sus hogares, pero no saben cómo usarlo; desde hace tres años hemos recibido capacitaciones para preparar teteros, tortas, natilla". Sobeida Quilindo.

En Pueblo Nuevo y Caldon - Cauca - los indígenas utilizan las semillas de chachafruto para elaborar platos variados, sobre todo, para hacer pan. En este momento se percibe una gran actividad alrededor de esta especie que es el símbolo de la alimentación del pasado, que se estaba perdiendo pero que es una decisión de las comunidades su rescate para el futuro. Por lo anterior, la

Asociación de Indígenas de Caldono y el CRIC, con la asesoría de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, adelantan un programa que incluye:

Días de campo para intercambio de conocimientos culinarios y sobre características de manejo de la especie; prácticas de siembra y establecimiento de viveros, a partir de los cuales se distribuirán las plantas a las familias que deseen sembrarlas y hacer seguimiento a su crecimiento y desarrollo para utilizarlas como alimento y forraje, y para el manejo de suelos (fijación de nitrógeno y abono verde) y de cuencas hidrográficas (Barrera & Mejia, 1998).

En el municipio de Santa Rosa, Cauca, en la región conocida como la Bota Caucana, han sembrado más de 100.000 árboles de chachafruto, en un programa ejecutado por la Asociación de agricultores con el apoyo de la Cooperación Técnica alemana GTZ. Esta zona está ubicada en un lugar privilegiado, es zona de transición andino amazónica y se encuentra gran variedad de especies vegetales nativas, que los campesinos se han dedicado a revalorar y a recuperar como el chachafruto, la quinua *Chenopodium quinoa* y el amaranto *Amaranthus caudatus*. En el momento los miembros de la asociación de agricultores industrializan el chachafruto, lo transforman en harina y es la base de su seguridad y soberanía alimentaria y fuente de ingresos.

Por otra parte, En relación con el árbol de chachafruto en Colombia (ilustración 1) según, Nancy barrera, presenta su distribución nacional.



Ilustración 1. Distribución Nacional de Chachafruto

Fuente: (Marín Barrera, 2003a)

Características nutricionales de la planta

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, a continuación, se relacionan las características nutricionales del Chachafruto y las razones científicas por las cuales se propone esta planta como parte de la alimentación de animales domésticos monogástricos.

El valor nutricional de las semillas

En el chachafruto los contenidos más altos de materia seca en la etapa II (fructificación) los tienen: la semilla integra, semilla sin cutícula y la cutícula sola, con valores de 22,55%, 21,67% y 17,92% respectivamente; mientras que los porcentajes más bajos de la materia seca tiene la vaina completa y la vaina sin semilla con un 10% y 7,18% respectivamente.

El nivel de proteína de las diferentes partes de la vaina está en 24,42% promedio, los niveles más altos de proteína se encuentran en la cutícula sola con un porcentaje de 27%, semilla sin

cutícula 24% y vaina completa 23.57%, los valores más bajos del contenido de proteína se encuentran en la vaina y semilla integra con valores de 20,29 y 22,7% respectivamente. (Arango, Bolaños, Ricaurte, Caicedo, & Guerrero, 2012).

Los análisis realizados por los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira en 1987 (Owen, 1959 citado en Acero,2002), reportaron los valores de proteína tanto para la semilla joven, así como para la semilla madura donde el contenido de proteína fue de 26,16% y 23,57% respectivamente. La cantidad de proteína coincide con los reportados, con un 22,75% de proteína, para semilla madura la misma que fue cosechada a los 60 días de iniciada la floración.

El porcentaje de cenizas en semilla joven es de 5,24% y en semilla madura de 5,00% en el estudio realizado en Palmira.

La fibra cruda obtenida en el estudio es de 7,27% valor muy similar a los obtenidos para semilla joven y semilla adulta de 8,44% y 8,73% respectivamente, en los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira en 1987.

El alto valor nutritivo de las semillas de chachafruto las considera una fuente de nutrientes alimenticia no convencional, especialmente por su alto contenido en energía y proteína, como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2 Composición química de la semilla de chachafruto.

Componente	Unidad	1	2	3	4	5	6
Proteína	%	18.3	23.93	20.50	20.47	24.09	23.80
Extracto etéreo	%	0.64	0.75	0.51	1.60	NR	0.92
Fibra	%	4.36	7.19	5.13	6.20	4.37	4.82
Ceniza	%	6.06	2.68	5.64	8.40	6.64	6.95
ELN	%	81.28	65.45	68.20	63.33	NR	63.51

Nota: ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

Fuente: (Delgado, 2018)

De tal manera, las semillas de chachafruto o pajuro contienen un porcentaje de aminoácidos los cuales son factores importantes que determinan la calidad de la proteína y presenta un equilibrio considerable de aminoácidos esenciales, no obstante, es deficiente en metionina, pero posee un contenido superior de lisina frente a otras leguminosas como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3 Aminoácidos de las semillas de chachafruto o pajuro *Erythrina edulis Triana* versus otras leguminosas (g/100 g de proteína cruda).

Aminoácidos	Pajuro	Frijol	Arveja	Soya	Haba
Lisina	6.91	6.24	6.96	6.38	6.46
Histidina	5.84	2.50	2.38	2.53	2.37
Treonina	5.84	3.87	5.58	3.86	3.36
Valina	5.57	4.62	4.08	4.80	4.40
Metionina	1.31	1.17	0.88	1.26	0.74
Isoleucina	5.20	3.73	3.20	4.54	4.00
Leusina	8.24	6.51	6.37	7.78	7.09
Tirosina	5.50	2.70	3.34	3.14	3.20
Fenilalanina	4.99	4.72	4.22	4.94	4.32
Tríptofano	0.66	0.56	0.74	1.28	NR
Arginina	5.63	5.87	9.46	7.23	8.90
Ácido Aspártico	19.47	11.10	11.06	11.70	11.23
Serina	5.71	5.57	4.75	5.12	4.48
Ácido Glutámico	17.42	16.27	18.42	18.70	15.07
Protina	5.25	3.97	3.87	5.45	3.98
Glicina	5.44	3.31	4.14	4.18	4.13
Alanina	7.73	3.74	4.18	4.26	4.14
Cisteina	Trazas	NR	NR	1.33	0.80

Fuente: (Delgado, 2018)

En cuanto a la potencialidad nutricional, el chachafruto o balú posee un contenido bajo de grasa, el cual ayuda a facilitar la conservación y almacenamiento. El elemento mineral más abundante es el potasio y el sodio es el más escaso, en el chachafruto. El contenido es mínimo de cobre, manganeso y zinc, no alcanza niveles de toxicidad. En general, el contenido de minerales en la semilla de chachafruto o balú aumenta con la madurez (Acero, 2002).

Análisis proximal

De acuerdo con Análisis realizados en los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira en 1987, se reportaron los siguientes resultados (Tabla 4 y 5) para el análisis de semilla joven, semilla adulta y la vaina del chachafruto.

Tabla 4 Análisis de semilla y vaina.

Análisis proximal			
Determinación	Semilla joven	Semilla adulta	Vaina
Humedad	4.0%	5%	9.0%
Cenizas	5.24%	5.0%	6.56%
Grasas	1.55%	1.64%	3.105%
Fibra cruda	8.44%	8.73%	21.295%
Proteína	26.19%	23.571%	20.952%
Extracto libre de N	54.58%	56.059%	38.458%

Tabla 5 Análisis de la semilla tierna (parte comestible)

	B. fresca	B. seca
	Puntaje	
Agua	80.5	--
Proteína	4.0	20.50

Grasa	0.1	0.51
Carbohidratos	13.3	68.20
Fibra	1.0	5.13
Cenizas	1.0	5.64
Cada 100 gramos		
	Mg	Mg
Calcio	16	82.05
Fósforo	78	400.00
Hierro	1.2	6.15
Vitamina C	15	76.92
Tiamina	0.09	0.46
Rivoflavina	0.05	0.26
Niacina	0.90	4.62

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición. 159. Tablas de Alimentos Colombianos. Ministerio de Salud. Bogotá, ED. Colombia, citado en Acero, 2002.

Calidad proteica del chachafruto

La FAO (1992, citado en Delgado,2018), declara que, las cantidades de los aminoácidos constituye el determinante de la calidad de la semilla, los factores que continúan en importancia es la digestibilidad de la proteína y la biodisponibilidad de los aminoácidos que la componen; Las proteínas no son asimiladas, absorbidas y utilizadas en la misma cantidad, esto puede deberse a las diferencias de digestibilidad entre las proteínas, debido a su naturaleza alimentarias (configuración de la proteína, unión de los aminoácidos), también, en la presencia de elementos no proteicos como fibra de la dieta, taninos, fitatos, etc. Con influencia en la digestión, a las condiciones de elaboración o factores con presencia de anti fisiológicos, que pueden obstruir el proceso enzimático para la absorción de aminoácidos de las proteínas. (Delgado, 2018)

Factores antinutricionales del Chachafruto

Las semillas de chachafruto se ve limitado en su valor nutricional por el alto contenido de factores antinutricionales. Las cuales son sustancias de metabolitos secundarios de las plantas, las cuales son producidas como medio de defensa, que tiene como objetivo repeler insectos, matar insectos (insecticida), frenar el crecimiento o eliminar los hongos que perjudiquen a la planta (fungicida), por medio de la generación de olores y sabores desagradables o perjudicando al ser vivo que lo coma. Afectando la nutrición, inhabilitando u obstaculizando los procesos metabólicos para que no funcione correctamente. Las semillas de chachafruto contienen factores antinutricionales que son similares a otras leguminosas, tal como los inhibidores de tripsina, lectinas y alcaloides. (Delgado, 2018).

Por otra parte, hay factores antinutricionales que son termolábiles, es decir, pueden ser inactivados o destruidos con prácticas como la cocción, el escaldado, el tostado y extrusión, las cuales pueden realizarse de forma diaria en la preparación de alimentos, exceptuando la extrusión. Los factores termoestables logran excluirse por medio de la combinación de otros métodos fáciles como la germinación, la irrigación, la fermentación, la cocción y/o el escaldado; permitiendo un aumento en la digestibilidad y mejora de las propiedades organolépticas de las semillas que se tratan. De tal manera, el estudio de estos factores o compuestos bioactivos en semillas, conforma un extenso campo para investigar a acerca de estos, bajo otros enfoques como el agronómico, nutricional y terapéutico (Enizalde, Porrilla, & Chaparro, 2009)

De acuerdo con lo anterior se han realizado tratamientos térmicos como la cocción para la conservación de la calidad proteica, en efecto, según Víctor Delgado, en su investigación sobre la calidad proteica de las semillas de pajuro sometidas a cocción tradicional y extrucción, la calidad de las semillas cocidas fue superior, reportando datos 65.52% del valor biológico, 67.44% digestibilidad aparente y 76.74% digestibilidad verdadera, con relación a las semillas extruidas.

Por ello, se puede afirmar que el valor nutricional de las semillas de Chachafruto luego de un debido proceso de cocción se convierte en una opción importante para la utilización en la alimentación humana y animal.

Inhibidores de tripsina Poseen la capacidad de impedir a la proteasa tripsina en el sistema digestivo, el cual reduce la digestibilidad de las proteínas y obstaculizando la disponibilidad de metionina presente en los granos (Meneses 1994, citado por (Delgado, 2018), además provoca una hipertrofia pancreática y aumento de secreciones, la cual se desencadena por medio de un mecanismo hormonal, generando una eliminación alta de enzimas por las heces.

Los contenidos de inhibidores de tripsina en las leguminosas varían según el genotipo y condiciones medioambientales el cual va desde 1.28 hasta 14.60 UIT/mg, durante el desarrollo de la planta. Estos inhibidores logran inactivarse mediante un tratamiento térmico adecuado a las semillas, las cuales se pueden clasificar como factores termolábiles (Delgado, 2018)

Lectinas. Terminología del latín *legere* el cual significa elegir o escoger, debido que, escogen o aglutinan una parte específica de la molécula; son proteínas no enzimáticas, glucoproteínas o lipoproteínas que se pegan de manera particular a azúcares, Dado que tiene la capacidad de agrupar los eritrocitos y otras células, que reciben el nombre de hemoaglutininas. El consumo de lectinas produce un efecto contrario en la nutrición, ya que inhiben el transporte y absorción de nutrimentos a través de la pared celular (vitaminas, aminoácidos, grasas, minerales), asimismo, provoca la muerte de las células del epitelio intestinal. El consumo prolongado de leguminosas crudas puede ocasionar un retraso en el crecimiento o incluso papera, del mismo modo, las lectinas puede ocasionar daño fetal al hígado y otros órganos, si se hace una exposición sistémica.

Debido a su carácter proteico, las lectinas se pueden destruir con el calor húmedo, lo cual no representan riesgo para el consumo humano, excepto en lugares muy altos donde no se obtiene un punto de ebullición óptimo. Los métodos caseros de cocción permiten la eliminación de estas sustancias, entre tanto se asegure una buena relación tiempo-temperatura (Delgado, 2018).

Alcaloides. Son compuestos heterocíclicos con sabor amargo y toxicidad, con efectos de alteración al sistema nervioso central y depresores del crecimiento, los cuales son clasificados por su bajo peso molecular de uno o más átomos de nitrógeno, además de presentar un anillo cuyo nombre se deriva en las propiedades alcalinas de su sistema. Según el estado químico del nitrógeno, se definen cuatro grupos: aminas secundarias y terciarias (alcaloides *tipo*), aminas cuaternarias y N – óxidos. Se encuentran principalmente en las plantas (de donde se han extraído alrededor de 6000 diferentes alcaloides),. (Delgado, 2018)

Los anteriores factores antinutricionales son los únicos que se encuentran presentes en el Chachafruto, pueden ser desactivados a través de la cocción ya que pueden destruir al estar en una temperatura más o menos elevada. Por ello, en los estudios y análisis de la inclusión de las semillas en la alimentación de los animales domésticos monogástricos, se resalta el procedimiento donde éstas deben ser cocidas previamente.

De acuerdo con Delgado (2018) cuando cita a Mataix, (2002), precisa que el uso de técnicas de procesado para la producción de alimentos ha sido una actividad habitual desde tiempos milenarios, el cual permite producir alimentos a partir de materias alimenticias diversas, dado que la tecnología permite hacerlos comestibles, mejorando sus cualidades organolépticas y nutricionales en algunos casos. Dentro de esas técnicas de procesado existen dos, cuyos principales beneficios radican en la inactivación de los factores antinutricionales: cocción por ebullición y extrusión.

El autor explica brevemente que en la cocción por ebullición permite que los factores antinutricionales se reduzcan, inactiven y/o destruyan (inhibidores de tripsina, lectinas y saponinas) a niveles mínimos mejorando la digestión de las proteínas y carbohidratos de las leguminosas, no obstante, también reduce la calidad de la proteína por pérdida de algunos aminoácidos esenciales como la lisina y aminoácidos azufrados. (Delgado, 2018)

Por su parte, en el proceso de extrusión, el cual consiste en “modificar un componente por medio de la fuerza, a través de muchas aberturas de diseño especial, no sin antes haberlo sometido a un previo calentamiento” (Harper, 1981 citado en Delgado, 2018), permite que los factores antinutricionales se destruyan debido a que las semillas del Chachafruto, en primera instancia, se ablandan con agua y luego se someten al calor, dando paso a un producto con mayor digestibilidad.

Usos de chachafruto

El Chachafruto es un árbol multipropósito, al cual se le pueden extraer diversos beneficios y usos a cada una de sus partes como hojas, semillas, cáscara del fruto, entre otras, ya sea para el uso consumo humano en la elaboración de harina para arepas, panes coladas, etc, entre otros, o para alimentación animal mediante el uso de las semillas como complemento en dietas de engorde debido a sus valores nutricionales, en el caso de los animales domésticos monogástricos.

En la alimentación humana

El Chachafruto o Pajuro es consumido principalmente como grano cocido o como granos fritos (chachafritas) y harina. En el Perú, los granos del Pajuro son consumidos cocidos, reemplazando muchas veces a la papa y la yuca. Por otro lado, en lugares como Colombia el empleo de Pajuro abarca un sector amplio en la gastronomía local, se prepara desde encurtidos de la vaina, purés, cremas, sopas, torrijas hasta chicha, así mismo a partir de los granos cocidos se obtiene harina para la elaboración de croquetas, arepas, buñuelos, tortas, panes, etc.

En la alimentación animal

Tradicionalmente los frutos completos se cocinan para alimentar monogástricos (cerdos, gallinas y pollos). Las semillas calentadas a 60°C por una hora pueden suplementar el concentrado en pollos hasta un 25% en condiciones de pequeños productores, se presenta así la semilla como un potencial en la industria de los concentrados. (Jimenez & Tintinago, 2018)

En el sector ganadero los campesinos utilizan las hojas, las cáscaras y las semillas crudas o cocinadas del Pajuro como un excelente alimento para los animales; la razón de su empleo es que contienen mayor porcentaje proteico que los pastos.

La alta productividad tanto en el fruto como en el follaje, la convierten en una especie clave para la alimentación de animales domésticos; en el caso de los rumiantes como cabras y vacas se recomienda dar el fruto crudo, mientras que para pollos, cerdos, peces y conejos los frutos son suministrados en forma cocinada.

Para uso medicinal

Las partes más usadas del árbol de Chachafruto para curar enfermedades son la corteza del tallo, la corteza de la raíz, la raíz, las flores, las semillas y las hojas. Entre las posibles patologías que cura el Pajuro están las alergias, sarpullido, granos, varicela, sarampión, viruela, micosis, inflamaciones e infecciones urinarias. (Velasquez, Montoya, Jimenez, Murillo , & Mendez, 2019)

En zonas rurales del Perú se utiliza el agua del donde fueron cocinadas las semillas para tratar cistitis y afecciones de las vías urinarias; para la irritación de los ojos se utiliza el agua proveniente del cocimiento de las flores.

Otros usos

La cutícula colorada que envuelve la semilla tiene un pigmento o linte morado con propiedades colorantes. Es bien conocida su importancia como árbol protector de márgenes u orillas de ríos, quebradas y nacederos. La madera es blanda, pero útil para tallas artesanales.

Para el uso en viviendas campesinas se cortan los arboles a una altura de 30 cm para el entechados. Mediante la poda se adquiere forraje para alimentación animal y se hacen dos por años, es recomendable un forraje reposado y fresco (Lojan.I, 1992 citado en Barrera, 2002), mediante esta práctica obtienen aproximadamente 120 kg de hojas y ramas por árbol. (Rodriguez, 1985 citado en Barrera, 2002).

El Chachafruto y La Calidad de Vida

Aporta calidad de vida del hombre

Por la cantidad de frutos que produce un árbol, por la calidad nutritiva de la semilla y por la variedad de comidas que con ellas se pueden preparar.

Mejora la economía campesina

Las semillas cocinadas y molidas le permiten la elaboración de los mismos alimentos que se preparan con masa de maíz. Las semillas crudas pueden sustituir a la papa en las sopas y en las frituras. Con su follaje y sus semillas puede sustituir en buen porcentaje los concentrados para animales.

Su biomasa rica en nitrógeno, potasio y minerales puede sustituir los abonos minerales protegiendo el ambiente.

Mejora los suelos:

Las semillas tienen una buena reserva nutricional y germinan en suelos pobres con buen drenaje. El árbol es caducifolio y sus hojas ricas en nitrógeno y potasio, caen espontáneamente

creando una cubierta protectora de suelo de buena calidad y de fácil descomposición, mejorando la estructura química y física del suelo.

Uso del Chachafruto en Animales Domésticos Monogástricos

De acuerdo con las investigaciones referenciadas en este documento, en las cuales se han hecho estudios sobre el uso del chachafruto en la alimentación de animales y otros propósitos, se ha logrado evidenciar el contenido de nutrientes que posee la semilla de chachafruto, el cual se puede establecer como un suplemento alimenticio. Así mismo, se presentan algunos análisis de investigaciones realizadas.

Pollos

Un estudio realizado en el municipio de Palmira Valle del Cauca, en el cual se sustituyó el concentrado comercial por la harina de chachafruto en diferentes porcentajes de inclusión reportó que: al incluir el 15% de esta harina se obtuvieron buenos resultados en mortalidad y conversión alimenticia, al contrario de la inclusión del 30%, en el cual se obtuvo mortalidad en las aves. Este pudo concluir que es necesario establecer niveles de inclusión adecuados en la tabla de requerimientos, y la utilización de la semilla cocida acompañado del concentrado u otro recurso.

Sustitución de concentrado con harina de semilla de Chachafruto en alimentación de pollos de engorde de la línea Arbor Acres mediante tres tipos de tratamiento: concentrado comercial Finca; 85% concentrado + 15% harina de chachafruto; 70% concentrado + 30% harina chachafruto. El tiempo de evaluación que se determinó fue de 1 a 49 días de edad, con 32 animales por tratamiento, para un total de 96 pollos analizados en Palmira Valle.

El concentrado utilizado fue Finca pollitos y Finca Broiler, harina de Chachafruto de semilla fresca troceada, puesta al sol por dos días y luego llevada al horno a 100°C por 30 minutos y posteriormente molida.

Período experimental

- Día 1 a día 14: Concentrado tipo cría
- Día 14 a día 28: Concentrado tipo cría y dietas experimentales
- Día 28 a día 49: Concentrado tipo acabado y dietas experimentales.

NOTA: Alimento ofrecido a voluntad. Se siguió estrictamente el plan sanitario regular.

Se pudo determinar que el uso de la harina de semilla de Chachafruto permite obtener pollos de engorde, en menos tiempo a comparación de lo que tradicionalmente se usa para su producción como es el maíz y concentrado. Con la utilización de esta última combinación alimenticia se tarda casi 12 semanas en llegar a los 2000 g de peso (Tabla 6), mientras que, el aprovechamiento de la semilla del Chachafruto, permite a los pollos obtener ese peso en máximo 8 semanas (Tabla 7), lo cual depende del porcentaje de harina inmersa en la dieta. Por tanto, también es importante conocer las raciones recomendadas para mejores resultados de producción y mayores beneficios para los pequeños y medianos productores.

Tabla 6 Maíz vs Concentrado

Comparación: Maíz 50% y concentrado 50%
11.5 semanas para llevar un pollo a 2000g.

Alimento requerido para lograr una unidad de peso.

Dieta o tratamiento	Alimento
Concentrado comercial	2,42kg
85% concentrado+15% hna chachafruto	2,73kg
70% concentrado+30% hna chachafruto	3,15kg

Para llevar un pollo a 2 kilos de peso en los períodos de engorde y levante, se recomienda la siguiente ración diaria:

Tabla 7. Raciones recomendadas

Dieta o tratamiento.	Peso 1800g	Peso 2000g
Concentrado comercial.	5,8 semanas	6,4 semanas

	(41 días)	(45 días)
85% concentrado +15% hna chachafruto	6,46 semanas (45 días)	7 semanas (49 días)
70% concentrado + 30% hna chachafruto	7,2 semanas (51 días)	7,9 semanas (56 días)

Nota: En las primeras 4 semanas: 24 gramos de concentrado y 3 ó 2 semillas de chachafruto cocinadas y picadas. En las 5 últimas semanas: 48 gramos de concentrado y 7 semillas de chachafruto cocinadas y picadas.

Fuente: Fuente: Facultad de ciencias Agropecuarias, universidad Nacional de Colombia. Seccional Palmira- Valle (Marín, 1995)

Así mismo se realizó la Evaluación de parámetros productivos y económicos en pollos de engorde en etapa de finalización, alimentados con harina de chachafruto *Erythrina edulis*, en la granja de la Fundación Universitaria de Popayán en cual se efectuó lo siguiente:

1. Eliminación del factor anti nutricional con el proceso de choque térmico por tres minutos a una temperatura de ebullición del agua.
2. Secado natural de la semilla.
3. Molienda de la semilla (con molino tipo martillo marca corona), para obtener 60 kilos de harina de chachafruto

Se realizó distintos niveles de inclusión de harina de semilla de chachafruto (Tabla 8) para cada tratamiento teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales para pollos de engorde en la etapa de finalización.

Tabla 8. Materias primas y nivel de inclusión en la dieta

Materias primas	Etapa de finalización			
	T0	T1	T2	T3
Harina de pescado	3,5	3,5	3,2	2,7
Sorgo	20,8	11,63	11,6	11,9
Torta de soya	12,2	9,4	8,41	10,7
Melaza	0	0	0	0,45
Maíz blanco	31,5	31,5	25,8	14,8
Fosfato Bicalcico	0	0,01	0,014	0,07
L-Lisina	0,14	0,098	0,098	0,014
Aceite de palma	0,99	2	2,8	6,2

Carbonato de calcio	0,59	0,27	0,1	0,11
DL-Metionina	0,065	0,07	0,07	0,084
Premezcla	0,35	0,35	0,35	1,5
Sal común	0	0	0	1,5
Chachafruto	0	11,2	17,5	19,6

Fuente: (Jimenez y Tintinago, 2018)

Previamente se realizaron análisis donde el porcentaje de inclusión de la harina de chachafruto fue del 20%, obteniendo un buen resultado, por lo cual, en base a este resultado y porcentaje se diseñaron los siguientes tratamientos de investigación, dos por encima y uno por debajo al 20%; En el estudio se tomaron al azar tres niveles diferentes de inclusión en cada tratamiento de harina de chachafruto, siendo uno el testigo con única fuente de alimentación el concentrado comercial.

1. T0: 100% concentrado comercial, 0 inclusión de chachafruto
2. T1: concentrado convencional, al 16% de inclusión harina de chachafruto
3. T2: concentrado convencional, al 25% de inclusión harina de chachafruto
4. T3: concentrado convencional, al 28% de inclusión harina de chachafruto

Como resultado de este trabajo se obtuvo que los animales alimentados con niveles de inclusión del 16% 25% y 28% de harina de chachafruto obtuvieron menor ganancia de peso con respecto a los que se alimentaron con concentrado comercial, probablemente atribuido a los efectos de factores anti nutricionales. (Jimenez y Tintinago, 2018)

Cerdos

Para este proyecto denominado, Chachafruto, *Erythrina edulis*, árbol multipropósito: características de cultivo y estrategias del programa de investigación, enmarcados dentro de los criterios de la agricultura sostenible; se realizó un estudio de sustitución parcial de concentrado comercial por fruto del Chachafruto en cerdas de cría, en el municipio de Circasia, departamento de Quindío, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: el periodo de ensayo fue de 120

días, con tres (3) hembras de raza Landrace. El concentrado fue de marca comercial con 14% de proteína y el fruto del Chachafruto fue cocido por completo previamente.

Los cuadros comparativos de este estudio permiten ver la reducción de costos al usar chachafruto en la dieta de las cerdas de cría, con respecto al uso del concentrado lo que significa mayores ganancias para los productores y el aprovechamiento de las tradiciones de consumo local y cultivos propios.

En este estudio las semillas del Chachafruto fueron cocidas previamente con el fin de eliminar los valores antinutricionales, evaluándolo sensorialmente, mordiendo un grano con los dientes incisivos y oprimiéndolo entre la lengua y el paladar, esto para, aprovechar los valores nutricionales y evitar problemas de digestibilidad en las cerdas de cría de la investigación.

Así mismo, existen recomendaciones en cuanto a las raciones para potencializar el uso del Chachafruto en cerdos. Para llevar un cerdo de los 20 a los 90 kilos en 4 meses, se recomienda la siguiente ración diaria:

En los primeros 2 meses: 900 gramos de fruto cocido de chachafruto, 400 gramos de concentrado y 1 litro de guarapo de caña.

En los 2 siguientes meses: 1.700 gramos de fruto cocinado de chachafruto, 800 gramos de concentrado y 2 litros de guarapo de caña.

Tabla 9 Dosificación de alimento al 1.5% sobre el total del peso vivo.

Tratamiento	Concentrado % y cantidad	Chachafruto % y cantidad	Peso vivo de las hembras
Hembra 1	1500g	1000g	165kg
Hembra 2	850g	850g	112kg
Hembra 3	540g	840g	92kg

Nota: Calculo de peso con cinta métrica con escala para porcinos.

Fuente: (Marín, 1995)

En el estudio se utilizaron 3 cerdas: Hembra 1 con un peso de 165 kg peso al servicio, con un peso final al parto de 160 kg, con 11 lechones en peso promedio de 1,337g/lechón; consumo de concentrado por 122 días + 20 kg adicionales 203 kg, con un consumo de chachafruto por 122 días de 122kg con un total de alimento consumido de 325 kg

Hembra 2 con un peso de 112 kg peso al servicio, con un peso final al parto de 106 kg, con 9 lechones en peso promedio de 1,417g/lechón; consumo de concentrado por 122 días + 20 kg adicionales 104 kg, con un consumo de chachafruto por 122 días de 104kg con un total de alimento consumido de 228 kg

Hembra 3 con un peso de 92 kg peso al servicio, con un peso final al parto de 98 kg, con 8 lechones en peso promedio de 1,276g/lechón; consumo de concentrado por 122 días + 20 kg adicionales 86 kg, con un consumo de chachafruto por 122 días de 104kg con un total de alimento consumido de 190 kg.

Al respecto conviene decir que, el consumo de alimento de la hembra 1 fue más alto, se pudo obtener mayor número de lechones con un peso óptimo. (Marín, 1995)

Trucha Arco Iris

En un estudio realizado en Venezuela, titulado Efecto de la harina de follaje de chachafruto *Erythrina edulis triana ex micheli* como suplemento en la alimentación de truchas arco iris *Oncorhynchus mykiss*, publicado en la revista Agricultura Andina del año 2010.

En él, se evaluó el crecimiento, la sobrevivencia y la conversión alimenticia de 600 alevines de truchas arco iris *Oncorhynchus mykiss* en el Campo Experimental Truchícola “La Mucuy” perteneciente al Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) en Mérida Venezuela.

Este estudio comparó diferentes proporciones de harina de chachafruto *Erythrina dulis* para la sustitución del alimento comercial. La longitud inicial promedio de los alevines fue de 2.7 ± 0.36

cm y el peso promedio fue de 19.2 ± 2.4 g, dispuestos en 4 tanques, cada uno representó un tratamiento distinto en relación con el porcentaje de harina de chachafruto utilizado: T1 (40%), T2 (30%), T3 (20%), y T4 (0%) respectivamente.

Para el análisis estadístico, se utilizó el programa “R” con un modelo anidado de una jerarquía para las variables peso y sobrevivencia y de doble jerarquía para la variable longitud. El análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas entre las medias de longitud, peso y sobrevivencia entre tratamientos, así como a lo largo del periodo de observaciones. El crecimiento y el peso fueron inversamente proporcional al contenido de chachafruto en la dieta; los alevines con menor peso y longitud fueron los alimentados con 40% de harina de chachafrutos (T1). (Hernández, y otros, 2010)

La conversión alimenticia más eficiente se observó en el T4 con 4.22, seguida por el T3 con 5.20, esto podría deberse principalmente a la presencia de compuestos antinutricionales que no fueron inactivados con el secado de las hojas.

Por otra parte, Revelo, R. estudiante de tecnología agropecuaria en Nuevo Colon, Valle del Sibundoy, propone la siguiente dieta para sustituir concentrado para Trucha arco iris: 40% de semilla triturada de chachafruto, 30% de harina de pescado, 10% de harina de sangre, 10% de harina de maíz. Premezclas y otros aditivos así: sal, Ca, Fosfó de Ca y bentonita sódica para que flote 2 o 3 minutos. Esta dieta reporta un rendimiento de un 25%. (1993, citado en Marín Nancy, 1995)

Por lo que se refiere a peces, se encontró otro trabajo denominado Uso de chachafruto *erythrina edulis* y soya *Glycine Max* como sustituto de la harina de pescado en la formulación de dietas para alevines de coporo *Prochilodus mariae* (Visbal, Morillo, Altuve, Bentancout, & Medina, 2016) en cual se realizaron tres dietas T1 y T2 con harina de chachafruto y harina de

pescado, 40:40 y 50:30 respectivamente, y el T3 con harina de pescado, maíz amarillo, 30:27, se seleccionó alevines con un peso promedio inicial de ,56g , con una tres raciones al día durante 76 días. Lo cual indico que el T1 presento un valor de peso superior a los otros tratamientos.

Cuyes

En Perú según (Guevara, y otros, 2013), el nivel de proteína que presenta la harina de porotón sirve para la producción de dietas balanceadas, donde se realizó una alternativa balanceada para cuyes con niveles de inclusión del 1.0% y 2.0%, demostrando buenos resultados con la adición del 2.0%. Con lo cual, se concluyó la adición de harina de porotón tiene efectos positivos sobre los parámetros productivos de esta especie.

Así mismo, existió diferencia significativa entre tratamientos en consumo de alimento en materia seca, al final de la evaluación se obtuvieron consumos promedio de: 734.0 g (T1), 681.33 g (T2) y 650.43 (T3); la ganancia de peso fue: 456.67 g (T1), 398.33 g (T3) y 392.00 g (T2) g, con diferencia significativa entre tratamientos. En conversión alimenticia hubo diferencias significativas entre tratamientos, siendo superior el T3 y T1 con 1.7, seguido de T2 con 2.1. Concluyendo que la harina de pajuro tiene efecto positivo sobre los parámetros productivos y puede ser utilizado como suplemento alimenticio.

En relación con Bohorquez Vila,(2014) para la evaluacion de parametros productivos de cuyes a base de chachafruto, se utilizó 36 cuyes machos de 28 ± 2 dias pos destete, linea Perú con peso homegeneo aproximado de 480g, con cuatro tratamientos, solo en el periodo de engorde.

- T1: Alfalfa verde (10% de su peso vivo)+concentrado sin harina de chachafruto.
- T2: Alfalfa verde (10% de su peso vivo)+concentrado+0.5% de harina de chachafruto.
- T3: Alfalfa verde (10% de su peso vivo)+concentrado+1.0% de harina de chachafruto.
- T4: Alfalfa verde (10% de su peso vivo)+concentrado+1.5% de harina de chachafruto.

Se pudo determinar el mayor consumo de alimento en los cuyes del T1, seguido del T2, luego los cuyes que consumieron el T4 y por último el T3. El resultado determino que los cuyes que obtuvieron mayor peso fueron los alimentados con el T4 seguido del T1.

Según el Bohórquez mediante el Análisis de Varianza (ANVA) se concluyó un nivel de significación de 00.5 lo cual indica una diferencia significativa nula en peso vivo del tratamiento con Coeficiente de Variabilidad de 5.95%. Reportando una diferencia numérica mas no estadística, en comparación de los otros tratamientos donde se la ganancia de peso fue menor; lo que corrobora que la harina de chachafruto es una fuente viable para la elaboración de concentrados.

Conclusiones

- La investigación literaria en base de la alimentación de la semilla de chachafruto para animales domésticos monogástricos se llega a la conclusión que:
- Es factible la alimentación con semilla de chachafruto en animales monogástricos, en los cuales se utiliza como suplemento alimenticio en raciones pequeñas diarias.
- Es necesario una investigación que ayude a concluir qué cambios ocurren en las características organolépticas sobre la carne de los animales que son alimentados con semilla de chachafruto.
- Se debe reconocer la importancia de la divulgación de información del árbol de chachafruto como alimento ancestral que está en vía de extinción para mejorar la calidad de vida de los productores.
- Es importante la realización de una guía para la eliminación de los factores antinutricionales, en los cuales el productor pueda hacerlo con los elementos que posee en sus fincas.
- La revisión bibliográfica permitió conocer que no sólo la semilla de chachafruto es una fuente de alimentación proteica, es necesario investigar otros animales monogástricos que puedan beneficiarse con el resto de partes del árbol.

- Se hace necesario conocer otras investigaciones que continúan indagando sobre la inclusión del Chachafruto en las diferentes etapas productivas de animales monogástricos.

Referencias

- Revista NutriNews . (30 de Septiembre de 2014). *NutriNews America Latina*. Obtenido de NutriNews America Latina: <https://nutricionanimal.info/materias-primas-alternativas/>
- Acero, L. (2002). *Guía para el cultivo y aprovechamiento del Chachafruto o Balú erythrina edulis Triana ex Micheli*. Bogota: Convenio Andrés Bello.
- Arango, O., Bolaños, V., Ricaurte, D., Caicedo, M., & Guerrero, Y. (2012). Obtención de un extracto proteico a partir de harina de chachafruto *Erythrina edulis*. *Revista Universidad y Salud Vol. 14(2)*, 166-167.
- Barrera , N., & Mejia, M. (1998). *Pasado, presente y futuro*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Bohorquez Vila, B. (2014). *Parametros productivos de cuyes suplementados con hjarina de "pajuro" Erythrunma edulis*. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Buitrago, D. (2019). *Estudio de Prefactibilidad de una empresa productora y comercializadora de alimentos balanceados para la nutricion animal*. Bogota, Colombia: Universidad del Rosario.
- Cardenas, S. (2012). El Pajuro *Erythrina edulis* alimento andino en extinción. *Investigaciones sociales*, 97-104.
- Córdova, G. E. (2018). Análisis químico proximal de granos y harina de “Pajuro” *Erythrina edulis* y elaboración de una bebida proteica con sabor a chocolate. Lima, Perú.
- D`Amore, C. (2016). *Evaluación nutricional de harina proteica de Erythrina edulis*. Caracas: Universidad Central Caracas Venezuela.

- Delgado, V. (2018). *CALIDAD PROTEICA DE LAS SEMILLA DE PAJURO ERYTHRINA EDULIS TRIANA SOMETIDAS A COCCION TRADICIONAL Y EXTRUSIÓN*. Lima.
- Enizalde, A., Porrilla, Y., & Chaparro, D. (2009). Factores antinutricionales en las semillas. *Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad del Cauca*.
- Espinosa, Y. (27 de abril de 2019). *goconqr*. Obtenido de goconqr: <https://www.goconqr.com/ES/p/17891679-CULTIVOS-DE-CLIMA-MEDIO--Chachafruto-->
- Garzón, V., & Nava, G. (2003). *Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos*. Bogotá D.C.: Guadalupe Ltda.
- Giraldo, M., Polo, C., Vargas, J., Salazar, D., Bustamante, A., & Narvaez, W. (2007). Nutrición y alimentación animal (monogástricos). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15. Obtenido de file:///C:/Users/pc/Downloads/324220-Article%20Text-110091-1-10-20160725.pdf
- Grupo de Investigación Sostenibilidad, Infraestructura y Territorio -SITE-. (2014). Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Guevara, J., Diaz, P., Bravo, N., Vera, M., Crisostomo, O., Barbachan, H., & Huaman, D. (2013). Uso de harina de Pajuro *Erythrina edulis* como suplemento en la alimentación de cuyes. *Revista peruana de Química E ingeniería Química*, 21-28.
- Guzman, M. (2020). *LAS HOJAS Y FRUTOS DEL ANTIPOROTO Erythrina edulis EN LA ALIMENTACION DE ANIMAL EN KERAPATA TAMBURCO ABANCAY 2018*. ABANCAY: Universidad Tecnológica de Los Andes.
- Hernández, J., Castillo, M., Garay, V., Mora, A., Caamaño, J., & Urbina, A. (2010). Efecto de la harina de chachafruto *Erythrina edulis triana ex micheli* como suplemento en la alimentación de truchas arco iris *Oncorhynchus mykiss*. *Agricultura Andina*, Vol. 18, 11-28.
- ICA. (2019). *Agropecuario, Instituto Colombiano*. Obtenido de Agropecuario, Instituto Colombiano: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Jimenez, O., & Tintinago, D. (2018). Evaluación de parámetros productivos y económicos en pollos de engorde en etapa de finalización, alimentados con harina de chachafruto *Erythrina edulis* en la granja de la fundación universitaria de Popayán. Popayán: Fundación Universitaria de Popayán.
- Jimenez, O., & Tintinago, D. (2018). Evaluación de parámetros productivos y económicos en pollos de engorde en etapa de finalización, alimentados con harina de chachafruto. *Fundación Universitaria de Popayán*, 62.
- Marín Barrera, N. (1998a). *El chachafruto*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

- Marín Barrera, N. (2003a). *Origen e historia del chachafruto Erythrina edulis Triana ex M. Micheli en Colombia*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Marín, N. (1995). *Chachafruto, Erythrina edulis, T. árbol multipropósito: características del cultivo y estrategias del programa de investigación enmarcados dentro de los criterios de la agricultura sostenible*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Mejía, M., Marin, A., & Barrera, N. (2010). Estudios preliminares sobre desarrollo y manejo de la semilla de chachafruto. *Universidad Nacional de Colombia*, 12.
- Peralta Vargas, I. (1982). Avances del proyecto Integración de la leguminosa basul *Erythrina edulis* en la alimentación humana. Cuzco - Peru: Instituto de Investigación UNSAAC-NUFFIC.
- Piñeros, A., & Jaramillo, A. (2012). *Evaluación del efecto de la inclusión de harina de semilla de chachafruto y harina de harton en la alimentación de cerdos en la etapa de finalización*. Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia.
- Ravindran, V. (2013). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. En FAO, *Revision del* (págs. 62-65). Nueva Zelandia: ISBN 978-92-5-308067-0 (PDF).
- Universidad Nacional, A. (2020). Chachafruto, alimento de vida en época de pandemia. *Universidad Nacional de Colombia*, 2. Obtenido de <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/chachafruto-alimento-de-vida-en-epoca-de-pandemia.html#>
- Vela, A., & Urteaga, A. (2017). *Determinación de las principales plagas del pajuro (Erythrina edulis Ex Micheli) en el Valle de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca.
- Velasquez, L., Montoya, D., Jimenez, A., Murillo, W., & Mendez, J. (2019). Genero Erythrina: Actualidad en la investigación y perspectiva de desarrollo científico. *Universidad del tolima*, 132.
- Visbal, T., Morillo, M. R., Altuve, D., Bentancout, C., & Medina, A. (2016). *Uso de de chachafruto erythrina edulis y soya Glycine Max como sustituto de la harina de pescado en la formulación de dietas para alevines de coporo Prochilodus mariae*. Venezuela: Universidad De Los Andes .