



Manual Práctico
para la preparación
**de alimentos
balanceados
artesanales
para piscicultura**

www.aunap.gov.co



Manual práctico
para la preparación de
**alimentos balanceados
artesanales para
piscicultura**

Mariana Catalina Gutiérrez-Espinosa¹
María Claudia Merino²

**AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA (AUNAP)
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO)**

1 Zootecnista, Especialista, MSc en Acuicultura, candidata a Doctora en Ciencias Agrarias, Profesional Misional Especializado, FAO. correo electrónico: marianacgutierrez@gmail.com; mariana.gutierrezpinosa@fao.org.

2 Bióloga Marina, Profesional Especializado, Dirección Técnica de Administración y Fomento - Aunap. Correo electrónico: claudia.merino@aunap.gov.co.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR)

Rodolfo Enrique Zea Navarro

Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Gonzalo Botero Botero

Viceministro de Asuntos Agropecuarios

Luis Humberto Guzmán Vergara

Director de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas

AUNAP

Nicolás del Castillo Piedrahíta

Director General

Jhon Jairo Restrepo Arenas

Director Técnico de Administración y Fomento

María Claudia Merino

Profesional Especializada, Dirección Técnica de Administración y Fomento

FAO

Alan Bojanic

Representante de la FAO en Colombia

Alejandro Flores Nava

Oficial Superior de Pesca y Acuicultura para Latinoamérica y el Caribe - FAO

Manuela Ángel

Oficial Nacional de Programas Representante Asistente

Teresita Góngora Muñoz

Oficial Nacional de Proyectos

Martha Lucía de la Pava Atehortúa

Directora Programa de Pesca y Acuicultura FAO Colombia

Mariana Catalina Gutiérrez-Espinosa

Consultora FAO

Fotografías

Ricardo Murillo Pacheco

Andrea Carolina Restrepo Castro

Ariana León Gutiérrez

Juliana León Gutiérrez

Mariana Catalina Gutiérrez Espinosa

Germán Guayara

Duván Ávila

Andrés Leopoldo Gómez SDB

Óscar Alberto Aristizábal

Héctor Segura

Dario Oquendo

Cristian Peña Mora

Álvaro Javier Piñeros Roldán

Lía Sofía Dávila Ramirez

Agradecimientos

A la Aunap por el financiamiento del Convenio 259 de 2019, cuyo objetivo fue *«Aunar esfuerzos, recursos y capacidades institucionales para la implementación del Programa Nacional de Extensionismo en Acuicultura (PNEA) en comunidades de pequeños acuicultores organizados y la construcción de capacidades para la elaboración de alimentos alternativos de bajo costo, en municipios del país seleccionados por la Aunap»*, al cual se vincularon cuatro comunidades de diferentes regiones del país.

A todos los funcionarios y contratistas de la Aunap que de una u otra forma colaboraron y apoyaron el desarrollo del proyecto.

A la FAO por la asistencia técnica, en especial al Doctor Alejandro Flores Nava, Oficial Superior de Pesca y Acuicultura para Latinoamérica y el Caribe, por su permanente apoyo, enseñanzas y recomendaciones para mejorar el proyecto y sus aportes en el documento y a la Representación de FAO en Colombia, por el soporte administrativo en la ejecución del proyecto.

A los Gestores de Innovación para el Desarrollo Territorial de la Acuicultura (GITA), Ricardo Murillo Pacheco, Alexis Mauricio Monsalve Quiceno, Diego Fernando Martínez López, Kely Lorena Álvarez Suárez y Ricardo González Alarcón. A los Autogestores Fanny Valencia Castrillón, Renso Duván Duque Marín, Rubén Darío Negrete Palza, Patricia Ruiz, Iván Silva Canas, Viviana Torres Anaya, Abraham Manuel Murayari y Argelio Cuéllar Mandua.

A los señores Wilson Pinzón Arboleda, de **Apropesca** y Pedro Cubillos, de **Aproapiar**, en el departamento del Meta, con quienes se inició la tarea de realizar el proyecto piloto de preparación de alimentos artesanales.

A las Asociaciones que participaron posteriormente en el desarrollo del proyecto, Asociación de Piscicultores del Municipio de San Carlos (Asopisan), Asociación de Productores Agropecuarios del Corozo (Asoproavecor), Asociación de Productores de Peces del Carmen de Chucurí (Apropesca) y Asociación de Productores Indígenas Ticuna de Arara Wone Amazonas (Asoprowone).



Tabla de contenido

Prólogo	7
I. Introducción	11
II. Materias primas alternativas con potencial de uso en la preparación de alimentos balanceados artesanales para piscicultura en Colombia	14
Hoja de yuca	15
Hoja de matarratón	16
Fruto de guayaba	17
Hoja de bore	18
Cacota de cacao	19
Planta acuática, cilantro de agua	20
Hoja de noni	21
Hoja de nacedero	22
Hoja de kudzu	23
Hoja de botón de oro	24
Hoja de maní forrajero	25
Hoja de casco de vaca	26
Cáscara de maracuyá	27
Hoja de acacia forrajera	28
Hoja de moringa	29
Lemna	30
Fruto de totumo	31
Hojas de guácimo	32
Fruto de chontaduro	33



Bejuco peludo	34
Fruto de copoazú	35
Fruto de macambo	37
Sacha inchi	36
Hoja de plátano	37
III. Procesamiento de las materias alternativas	40
IV. Composición de los alimentos balanceados artesanales recomendados para cachama blanca y tilapia	45
V. Preparación de los alimentos balanceados artesanales	51
VI. Cantidad de alimento balanceado artesanal a suministrar a los peces	53
VII. Crecimiento de los peces con los alimentos balanceados artesanales	56
VIII. Análisis de los costos de la dietas	58
IX. Recomendaciones prácticas	61
Anexos	63
Referencias bibliográficas	63

Prólogo



Según «*El estado mundial de la pesca y la acuicultura*» (FAO, 2020), la producción pesquera mundial en 2018 alcanzó el récord histórico de 178,5 millones de toneladas, de los cuales la acuicultura representó un 46 %, con 82,1 millones de toneladas. Las elevadas tasas de crecimiento anual de la producción mundial de animales acuáticos registradas en las décadas de 1980 y 1990 (10,8 y 9,5 %, respectivamente) han ido disminuyendo gradualmente en el tercer milenio, registrando el 5,8 % anual promedio en el período 2011-18. No obstante, el sector de la acuicultura se ha mantenido como el factor que explica el crecimiento continuo de la disponibilidad de pescado para consumo humano a escala global, aun en un contexto de crecimiento poblacional y marcada estabilidad de la producción de la pesca de captura desde finales de la década de 1980.

Las cifras más recientes de la FAO (op cit) estiman que el consumo mundial de productos comestibles de la pesca y la acuicultura aumentó a una tasa media anual del 3,1 % entre 1961 y 2017, expansión que prácticamente duplicó el crecimiento anual de la población mundial (1,6 %) durante el mismo período, siendo superior al incremento promedio de los demás sectores productores de alimentos de origen animal (carne, productos lácteos, leche, etc.). El consumo promedio de pescado comestible per cápita global aumentó de 9,0 kg (equivalente en peso vivo) en 1961 a 20,5 kg/cápita/año en 2018, es decir, aproximadamente un 1,5% anual.

De conformidad con la FAO (2020), de la producción pesquera total, alrededor del 88 % (156,4 millones de toneladas) se utilizaron en 2018 para el consumo humano directo. La mayor parte del 12 % restante, empleado para usos no alimentarios (más de 22 millones de toneladas), se destinó a elaborar harina y aceite de pescado, los cuales se siguen considerando la base nutricional para los piensos destinados a los peces cultivados. La producción de harina de pescado alcanzó su máximo en 1994 con 30 millones de toneladas (equivalente en peso vivo) y desde entonces ha seguido una tendencia gradualmente descendente, a partir de importantes esfuerzos globales de investigación para su sustitución, al menos parcial, lo cual ha llevado, por un lado, a una mayor utilización de materia prima procedente de subproductos del pescado, los cuales solían desperdiciarse anteriormente y, por otro, a la inclusión de ingredientes no tradicionales provenientes del sector agropecuario y de



procesos industriales que, en conjunto, se orientan a disminuir la presión sobre recursos pesqueros y a disminuir los costos de los piensos acuícolas.

En el año 2019 la producción pesquera total de Colombia fue de 226.852 toneladas, desarrollándose principalmente en tres frentes de actividades específicas: pesca marina (21,3 %), pesca continental (3,3 %) y acuicultura (75,4 %).

En el período 1985-2019 el crecimiento de la acuicultura en el país fue de 8 % anual en promedio, pasando de 572 toneladas en 1985 a 171.026 en 2019. Aun cuando el crecimiento es menor con respecto a otros países de Latinoamérica, supera ampliamente la tasa media de crecimiento del sector agropecuario y del conjunto total de la economía nacional. Esta producción está representada por la piscicultura en la zona continental (96,7 %) y el camarón de cultivo (3,3 %) en la zona costera.

Esta alta tasa de expansión de la acuicultura, tanto a nivel global como nacional, si bien permite cerrar la brecha entre la creciente demanda y la oferta global de proteína animal, genera también presiones crecientes sobre los recursos pesqueros en virtud de que el insumo principal de producción es el alimento que se suministra, cuyos ingredientes centrales son la harina y el aceite de pescado.

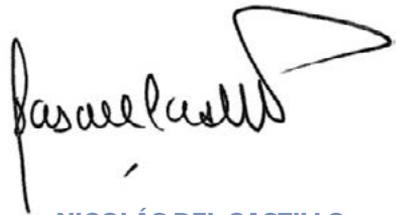
Según el Censo Nacional Agropecuario de 2014, en el país existían 25.561 predios acuícolas; no obstante, conforme al Diagnóstico del Sector de la Acuicultura de Recursos Limitados (Arel) (FAO, 2013), la actividad es realizada por 29.121 acuicultores de recursos limitados (Arel) y acuicultores de micro y pequeña empresa (Amype) y al menos 245 de mediana y gran escala. De estos, más del 99 % de los acuicultores son piscicultores y, de ellos, un poco más del 90 % son pequeños acuicultores, los cuales aportan en conjunto más del 30 % de la producción de la acuicultura nacional. La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) Segundo Semestre 2019, realizada por el MADR, reporta que existen 36.268 unidades de producción agropecuaria (UPA) de piscicultura-acuicultura en el país, lo cual demuestra el crecimiento de la actividad en Colombia.

Con el incremento en los costos de la harina y el aceite de pescado, el precio del alimento balanceado comercial resulta en muchos casos inaccesible para los acuicultores de subsistencia y pequeños acuicultores, por lo que es urgente encontrar alternativas que permitan fortalecer su sostenibilidad económico-productiva. En este sentido, el Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible (PlaNDAS), realizado por la Aunap con asistencia técnica de la FAO entre los años 2012 y 2014, establece como uno de sus ejes principales el apoyo integral al desarrollo de los acuicultores de recursos limitados y, en particular, la construcción de capacidades locales en los pequeños acuicultores para la elaboración de dietas alternativas de bajo costo para su empleo en la piscicultura, atendiendo las premisas de fácil elaboración

y conservación y la utilización de ingredientes disponibles localmente, a fin de mejorar la rentabilidad de sus cultivos.

Atendiendo a lo establecido en el PlaNDAS, la Aunap y la FAO diseñaron una estrategia para fomentar en los pequeños acuicultores la formación de capacidades para la elaboración de alimentos para sus cultivos de peces, la cual ha sido muy bien acogida por las comunidades del país donde se ha implementado, permitiendo la disminución de sus costos de producción en más de un 30 %.

La presente cartilla pretende divulgar los resultados de esta estrategia, esperando que sea utilizada por el mayor número de pequeños acuicultores para mejorar su sostenibilidad productiva y la economía familiar.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nicolás del Castillo', with a large, stylized flourish at the end.

NICOLÁS DEL CASTILLO
Director General Aunap



1. Introducción

La acuicultura basa su funcionamiento en la recreación de un entorno controlado que proporciona a los organismos en producción las condiciones ambientales, nutricionales y de manejo general adecuadas para la especie en cultivo. En la piscicultura, lo anterior demanda indispensablemente proporcionar los alimentos específicos en la cantidad requerida según la especie, su etapa de vida y la densidad de cultivo utilizada.

Dependiendo de la escala productiva, los alimentos representan entre 40 y 80 % de los costos totales de producción en la acuicultura, siendo la acuicultura de subsistencia y la pequeña acuicultura la escala donde más impacto en costos tiene el alimento suplementario.

En general, el alimento utilizado para la acuicultura en el país ha consistido históricamente en concentrados comerciales, producidos por empresas que emplean insumos en gran parte importados, principalmente la harina y el aceite de pescado, al ser considerados como los ingredientes que más se aproximan a los requerimientos nutricionales de las diferentes especies cultivadas, principalmente carnívoros y omnívoros (Amaya *et al.*, 2007). Sin embargo, la intensificación de la acuicultura, la presión sobre la captura de peces, la idea de utilizar el pescado de escaso valor como alimento humano y la alta demanda de esta materia prima, la han convertido en la fuente de proteína más costosa para la fabricación de las dietas, lo cual hace que los costos de producción y, por lo tanto, los de venta sean más elevados que otros productos cárnicos, lo cual le resta competitividad a la acuicultura nacional.

Igualmente, en la preparación de alimentos para la piscicultura nacional se han empleado otras materias primas con altos precios de mercado, muchas de ellas empleadas para el consumo humano, siendo algunas ineficientes para el engorde de peces.

Lo anterior ha generado la necesidad de buscar fuentes alternativas de nutrientes que sustituyan parcial o totalmente la harina de pescado y otras materias primas de alto costo comúnmente empleadas en los concentrados comerciales, para fortalecer la sostenibilidad de los pequeños productores.



En la búsqueda de materias primas alternativas para la alimentación de los peces es deseable aprovechar algunos subproductos agrícolas cuya alta disponibilidad, bajo costo y adecuado perfil nutricional los convierten en potenciales sustitutos de ingredientes tradicionales. Para ello es necesario identificar, a través de investigación científica, especies vegetales y subproductos agropecuarios con atributos bioquímicos y económicos adecuados como base para realizar bioensayos junto con los productores a partir de dietas de manufactura artesanal o local, para probar los alimentos alternativos.

Conociendo estos aspectos y los requerimientos de la especie de pez por cultivar, es posible formular dietas compuestas por materias primas alternativas de bajo costo, pero de buena calidad, que no afecten negativamente los parámetros de producción y que, en lo posible, generen una mayor rentabilidad al bajar los costos de producción de la piscicultura.

En Colombia existe una importante diversidad agrícola que genera residuos orgánicos hasta hoy desaprovechados, como es el caso de los cultivos de maíz, soja, arroz y guayaba; o como el descope de la planta de yuca o la cacota o cáscara del cacao, los cuales pueden ser utilizados como abono luego de su disposición en compostera. Las características bioquímicas de los residuos producidos por estos cultivos les confieren importante potencial para ser utilizados como materias primas para la alimentación de los peces, permitiendo el reciclaje de nutrientes.

En los estanques donde se cultivan peces también se generan algunas plantas acuáticas, como la lechuga de agua y la lemna, que son consideradas maleza y pueden convertirse en un problema por la competencia con los peces por espacio y oxígeno. Estas pueden ser materias primas que aportan vitaminas y minerales para el alimento de las cachamas, por ejemplo.

Las arbustivas forrajeras son otra opción para la alimentación de peces, entre las cuales se encuentran el matarratón y el noni, comúnmente usados como cerca viva, siendo la primera una leguminosa y la segunda un árbol frutal, ambas con muy buenos niveles de proteína. También el nacedero y el bore, que protegen las rondas de los caños y pueden ser sembrados en zonas muy húmedas, evitando competencias con otros cultivos; o el botón de oro, que es una arbustiva con niveles altos de proteína. Dentro de las leguminosas rastreras están las empleadas en algunos cultivos de cítricos, frutales y palma como protectores para evitar malezas y proveedores de nitrógeno al suelo, como el kudzu y el maní forrajero, los cuales tienen altos niveles de proteína.

Teniendo en cuenta lo anterior, entre los años 2015 y 2019, la Aunap, a través de la Dirección Técnica de Administración y Fomento, con apoyo y asistencia técnica de la FAO, implementó un proyecto para fomentar en los pequeños acuicultores capacidades para la elaboración de alimentos alternativos de bajo costo para sus cultivos de peces, específicamente para cachama y tilapia. El proyecto se focalizó en la región del Ariari, municipios de Lejanías y El Dorado,

departamento del Meta, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba, en el municipio de San Carlos, departamento de Antioquia, en el municipio El Carmen de Chucurí, departamento de Santander y en el resguardo indígena de la comunidad ticuna arara del municipio de Leticia, departamento del Amazonas.

En este documento se presentan no solo las materias primas alternativas que pueden ser incluidas en los alimentos balanceados elaborados artesanalmente para la piscicultura colombiana de pequeña escala, sino también el proceso para la elaboración artesanal de las dietas ya validadas a través del proyecto y las buenas prácticas de manufactura recomendadas.



II. MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS CON POTENCIAL DE USO EN LA PREPARACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS ARTESANALES PARA PISCICULTURA EN COLOMBIA

A continuación se presentan las características generales de algunas materias primas vegetales que se pueden utilizar como ingredientes para la preparación de alimentos balanceados artesanales para peces de agua dulce, como cachamas y tilapias o, inclusive, para otros animales de granja, según su disponibilidad en regiones y épocas del año, lo cual permite a los productores agropecuarios comercializarlas, diversificando sus productos y mejorando sus ingresos, al tiempo que permite a los pequeños acuicultores acceder a insumos de calidad nutricional y bajo costo, incrementando su competitividad.

HOJA DE YUCA

Nombre científico: *Manihot esculenta*, Crantz, 1766.

Nombres comunes: yuca (norte de América del Sur, América Central y las Antillas); mandioca (Argentina, Brasil y Paraguay); guacamote (México); aipi y macacheira (Brasil); mhogo (Swahili en los países en África Oriental).

La diferencia entre las yucas amargas y dulces está dada por el contenido de ácido cianhídrico (HCN), que presenta toxicidad celular tanto en animales como en humanos. Las yucas amargas son las que tienen mayor contenido de HCN (superan el límite permitido internacionalmente para alimentación animal de 50 mg/l), poseen un mayor rendimiento y una mejor calidad de almidón, mientras que las yucas dulces poseen bajas concentraciones de HCN y son las preferidas para el consumo humano (INTA, 2017).



Fotografía: Mariana C. Gutiérrez-Espinosa

Distribución: La yuca es originaria de la América tropical, posiblemente del noreste de Brasil, donde se cultiva hace más de 2500 años. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales, incluyendo Brasil, Congo, Nigeria, Tailandia, Indonesia, India, Australia, Vietnam y otros. Debido a sus características, se ha extendido al resto del mundo. En Colombia se encuentran cultivos de yuca desde los 0 hasta los 2000 m s. n. m. en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Magdalena, Córdoba, Sucre, Meta, Casanare, Arauca, Caquetá, Putumayo, Amazonas, Nariño, Chocó, Valle del Cauca, Norte del Cauca, Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia, Norte de Santander, Santander, Tolima, Cauca y Huila (DANE, 2016).

Hábitat: La yuca es propia de regiones tropicales o subtropicales. Su máximo rendimiento se obtiene en temperaturas entre 25 y 29 °C, pero tiene un rango amplio de tolerancia que está entre 16 y 38 °C. Requiere un fotoperíodo de 10 a 12 hora de luz. Es una planta que no exige suelos muy fértiles con pH de entre 6 y 7 (Arias *et al.*, 2004).

Disponibilidad: En Colombia la yuca está disponible todo el año.

Usos: Tanto las raíces como las hojas (follaje) de la yuca puede ser usadas en la alimentación animal; la ventaja de la harina de hojas de yuca es que contiene alto nivel de proteína (tabla 1). Para la producción de harina integral de yuca (raíz y cáscara) se deben realizarse los procesos de lavado, picado y secado para eliminar el contenido de cianuro. El rendimiento de la harina de raíz y follaje en promedio es de 39,7 y 25 %, respectivamente (INTA, 2017).

Tabla 1. Composición proximal de la hoja de yuca dulce

Componente	Yuca - Ariari	Yuca pony -Leticia ²	Yuca india- Leticia ²	Yuca amarilla brava - Leticia ²
	Cantidad			
Materia seca (%)	23,70 ¹	23,47	19,87	23,91
Proteína bruta (%)	29,13 ¹	28,63	25,32	25,47
Extracto etéreo (%)	1,45 ¹	3,32	3,57	2,97
Cenizas (%)	10,90 ¹	4,77	5,11	4,14
Fibra (%)	24,28 [*]	14,58	12,90	10,92
Extracto no nitrogenado (%)	34,24 [*]	25,23	33,22	32,59
Calcio (%)	0,69 [*]	ND	ND	ND
Fósforo (%)	0,29 [*]	ND	ND	ND
Energía bruta (Kcal/g)	4736,23 ¹	4953,00	ND	4975,00

¹ Gutiérrez-Espinosa, 2006a.

² Análisis realizado en laboratorio 2019-2020.

^{*}Giraldo, 2006.

N.D.: No determinado

HOJA DE MATARRATÓN



Fotografía: Germán Guayara.

Nombre científico: *Gliricidia sepium*, Kunth ex Walp, 1942.

Nombres comunes: cacahuanano (México); cocuite (Oax); cocoite, chanté, matarratón, yaité (Colombia, Cuba y Costa Rica); bienvestido, piñón florido, piñón cubano, piñón amoroso, piñón violento y júpiter (Cuba); madero negro (Costa Rica); cocoa (Michigan).

Distribución: Se extiende desde el sur de México, por toda América Central hasta la parte norte de América del Sur. Se ha introducido con éxito en muchas zonas tropicales: en el norte de América del Sur hasta Brasil, en el Caribe, Hawái, Florida (Estados Unidos), oeste de África, sureste de Asia (Tailandia, Filipinas e Indonesia) y Australia. Nativa de Centroamérica y norte de Suramérica. En Colombia es un árbol muy frecuente en diferentes zonas del país en altitudes de 0 hasta 1600 m. s. n. m.

Hábitat: Su capacidad de adaptación la ha llevado a ocupar dunas costeras ligeramente salinas, bancos ribereños, planicies inundables, faldas de montañas, barrancos, áreas perturbadas, terrenos abiertos y terrenos inestables de las orillas de los ríos. En su ámbito de distribución natural prevalece un clima subhúmedo relativamente uniforme, con temperaturas de 20 a 30 °C, precipitaciones anuales de 500 a 2300 mm y 5 meses de período seco. Crece igualmente en suelos derivados de material calcáreo, ígneo o volcánico. Tolerancia a una gran variedad de suelos, menos aquellos que tengan deficiencias serias de drenaje interno. Se adapta tanto a suelos húmedos como a secos (Conabio, 2012).

Disponibilidad: En buenas condiciones climáticas es posible realizar el primer corte a los 6 meses después de la siembra; por lo tanto, después de este período es posible contar con esta materia prima durante todo el año.

Usos: Se usa como poste para cercas vivas, como banco proteico para consumo de forraje arbustivo en el ganado y como sombrío en potreros gracias a su fácil propagación mediante estacas de varas largas y a que no requiere cuidados especiales ya que es una planta nativa muy rústica y de crecimiento rápido (Gómez *et al.*, 2002; Pérez-Arbeláez, 1978). Una planta de matarratón puede producir en promedio 1,88 kg de biomasa (follaje) cada 45 días con un rendimiento de 26,5 % aproximadamente. Las hojas presentan algunos factores antinutricionales, como fenoles, taninos, saponinas, esteroides y alcaloides, una gran parte de los cuales pueden destruirse o desactivarse mediante tratamiento térmico (Tacón, 1995). Para la alimentación de peces se recomienda el uso de la hoja, la cual se debe secar y moler para obtener la harina.

Tabla 2. Composición proximal de la hoja de matarratón

Componente	Cantidad
Materia seca [%] ¹	33,22
Proteína bruta [%] ¹	21,85
Extracto etéreo [%] ¹	1,04
Cenizas [%] ¹	7,57
Fibra* [%]	18,00
Extracto no nitrogenado [%] ¹	51,54
Calcio* %	0,70
Fósforo* %	0,21
Energía bruta [Kcal/g] ¹	4665,03

¹ Gutiérrez-Espinosa *et al.*, 2006^a.
* Cardozo, 2013.

FRUTO DE GUAYABA

Nombre científico: *Psidium guajava*, Linneo, 1753.

Nombres comunes: guayaba, guayabo (Colombia, México); guayaba perulera (México); guayaba dulce, guayaba de venado (Colombia, Venezuela); pata (tzotzil).

Distribución: Su origen es incierto, pero se le ubica en Mesoamérica. Fue propagada por los españoles y portugueses a todos los trópicos del mundo, donde se ha naturalizado con ayuda de los pájaros. Actualmente se extiende desde México y Centroamérica hasta Suramérica, en especial Brasil y Perú, en las Antillas y el sur de Florida. Siglos atrás fue llevada a África, Asia y la India y actualmente se le encuentra en más de 50 países con clima tropical. En Colombia, los departamentos de Santander (Guavatá, Vélez, San Benito, Puente Nacional, Albania, Jesús María, Girón), Boyacá (Moniquirá, Briceño, Pauna, Tunungua), Valle del Cauca (La Unión, Bolívar, Roldanillo), Meta (Lejanías, Granada, Villavicencio, San Juan de Arama) y Tolima (Guamo, Ortega, Villarrica) son los mayores productores¹.



Fotografía: Juliana León Guillotrez

Hábitat: Habita en climas cálido, semicálido, semiseco, seco y templado. La temperatura adecuada para su desarrollo está entre los 23 y 30 °C, precipitación anual de 600 mm y altitud entre 150 y 600 m s. n. m., aun cuando se encuentra entre los 0 y 1500.

Disponibilidad: Cuando hay planes de fertilización, riego y podas, es posible tener cosecha de guayaba cada 15 días durante todo el año. En la hoya del río Suárez, en Santander, y parte de Boyacá hay un pico de cosecha entre junio y julio, pero la cosecha fuerte es entre octubre y noviembre (comunicación personal Suárez-Suárez, Profesional Misional FAO, 2020).

Usos: La guayaba es un producto muy importante para consumo humano local, regional y nacional. Las guayabas maduras que caen al suelo y no se utilizan para el consumo humano, en ocasiones se suministran a los animales de la granja, como gallinas, cabras, camuros, bovinos y cerdos, o se incorporan al suelo como abono verde y son las adecuadas para usarlas como insumo para las fórmulas de alimentos para peces.

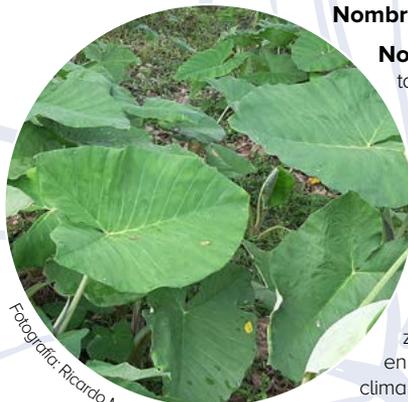
Tabla 3. Composición proximal del fruto de la guayaba

Componente	Cantidad
Materia seca [%]	12,23
Proteína bruta [%]	6,19
Extracto etéreo [%]	1,23
Cenizas [%]	5,25
Fibra [%]	N. D.
Extracto no nitrogenado [%]	N. D.
Calcio [%]	N. D.
Fósforo [%]	N. D.
Energía bruta [Kcal/gr]	4280,99

Fuente: Gutiérrez-Espinosa *et al.*, 2006⁹.
N.D.: No determinado

¹ <http://www.agronet.gov.co/Documents/guayaba2016.pdf>

HOJA DE BORE



Fotografía: Ricardo Murillo Pacheco.

Nombre científico: *Alocasia macrorrhiza*, Schott, 1925.

Nombres comunes: bore (Colombia, México); guaje (Venezuela); taro gigante, inhame monstruo (Venezuela).

Distribución: Se origina en la India y Sri Lanka. Su cultivo es muy primitivo, iniciado posiblemente en India o Indochina, de donde se expandió a Filipinas, Oceanía y América tropical. En Colombia se encuentra en zonas con altitudes entre los 500 y 2.000 m s. n. m.

Hábitat: Habita en regiones tropicales y subtropicales, especialmente en el sureste de Asia y el sur de China. En Colombia, el género *Alocasia* se encuentra distribuido en las zonas bajas de la costa pacífica y atlántica; en el resto del país, en los valles interandinos y en zonas de cordillera crece hasta clima medio (1700 m s. n. m.), a veces asociada con otros géneros de la misma familia. Esta especie crece bien a libre exposición, pero alcanza un mayor desarrollo en zonas bajas, en sitios con cierto nivel de sombra.

Disponibilidad: El cultivo de bore tiene una vida útil de entre 4 y 5 años y produce forraje fresco (hojas) en forma permanente, calculado en 220 toneladas por hectárea que se obtienen de 4445 plantas (Mora-Parra, 2015).

Usos: Se emplea principalmente como alimento de gallinas, patos, cerdos, peces y bovinos gracias a su fácil propagación mediante material vegetativo (yemas), ya que es una planta muy rústica y de crecimiento rápido, usada también como planta ornamental gracias al tamaño de sus hojas. Su rendimiento al secar y moler es de aproximadamente 11,5 %.

Tabla 4. Composición proximal de la hoja de bore.

Componente	Cantidad
Materia seca ¹ [%]	12,31
Proteína bruta ¹ [%]	19,32
Extracto etéreo ¹ [%]	2,60
Cenizas ¹ [%]	10,57
Fibra* [%]	11,5
Extracto no nitrogenado ¹ [%]	56,01
Calcio* [%]	0,94
Fósforo* [%]	0,31
Energía bruta ¹ [Kcal/gr]	3952,80

¹ Gutiérrez-Espinosa, 2006^a, Corpoica, 1995.

CACOTA DE CACAO

Nombre científico: *Theobroma cacao*, Linneo, 1753.

Nombres comunes: cacao (México, Colombia, Venezuela, Ecuador), yau (Yucatán).

Distribución: El origen de esta especie es probablemente la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) y comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. En esta región se presenta la mayor variación de la especie. Se extendió de Suramérica hasta México, pero no se sabe si su dispersión ocurrió naturalmente o con la ayuda del hombre. Existen aproximadamente 22 especies de *Theobroma* spp., cerca de 15 son utilizados por su pulpa comestible o semillas. El cacao se cultiva en casi todo el territorio nacional, pero se concentra principalmente en cuatro zonas agroecológicas: i) montaña Santandereana, que comprende los departamentos de Santander y Norte de Santander; ii) valles interandinos secos que comprenden los departamentos de Huila, sur del Tolima y norte del Magdalena; iii) bosque húmedo tropical, que comprende las zonas de Urabá, Tumaco, Catatumbo, Arauca, Meta y Magdalena; y iv) zona cafetera marginal baja: Gran Caldas, suroeste de Antioquia y norte del Tolima².



Fotografía: Duvan Avila

Hábitat: Crece en topografía plana u ondulada. Llega a crecer en terrenos que sobrepasan el 50 % de pendiente, en cañadas o orilla de arroyos. Exige temperaturas medias anuales elevadas con fluctuaciones pequeñas, gran humedad y una cubierta que la proteja de la insolación directa y de la evaporación. La precipitación debe ser de 1300 a 2800 mm por año con una estación seca corta menor de 2 meses y medio. El clima debe ser constantemente húmedo, con temperatura media diaria entre 20 y 30 °C, con una mínima de 16. Para su pleno desarrollo exige suelos profundos (1 m como mínimo), fértiles y bien drenados (*Dostert et al.*, 2011).

Disponibilidad: Durante todo el año hay cosecha; sin embargo, se dan dos picos de producción, uno entre abril y mayo y el otro entre octubre y enero.

Usos: La cáscara o cacota del cacao se utiliza como abono orgánico en algunas granjas, pero en otras es un foco de moscas, hongos y malos olores por una disposición inadecuada. Picando, secando y moliendo las cáscaras se produce harina, cuyo rendimiento es aproximadamente del 16%.

Tabla 5. Composición proximal de la cacota de cacao

Componente	Cantidad
Materia seca [%] ¹	14,88
Proteína bruta [%] ¹	7,37
Extracto etéreo [%] ¹	1,74
Cenizas [%]*	9,3
Fibra [%]*	20,7
Extracto no nitrogenado [%] ¹	60,89
Calcio [%]*	0,37
Fósforo [%]*	0,44
Energía bruta [Kcal/g] ¹	4056,13

¹ Gutiérrez-Espinosa, 2006².

* <https://www.feedipedia.org/node/23>

² Cadena productiva del cacao: Diagnóstico de libre competencia https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Cacao.pdf.

PLANTA ACUÁTICA, CILANTRO DE AGUA



Fotografía: Andrea Restrepo.

Nombre científico: *Ceratophyllum submersum*, Linneo, 1753.

Nombres comunes: cilantro de agua, mil hojas de agua, bejuquillo, cola de zorro o pinito de agua.

Distribución: Se considera una planta de distribución cosmopolita, principalmente en regiones templadas y tropicales. En Colombia se encuentra en cuerpos de agua de zonas cálidas, siendo común encontrarla en los estanques de producción de peces que tienen aguas claras.

Hábitat: Es una planta que vive sumergida en lagos, lagunas o ríos de corriente muy lenta, en zonas templadas y tropicales. Tiene importancia ecológica porque es de puesta y refugio de numerosas especies de peces, pero puede convertirse en una molestia al interferir el flujo de agua en canales de riego. Se

desarrolla bien en aguas con pH neutro o ligeramente ácido y requiere buena luminosidad (Smith y Wolfe-Murphy, 1991).

Disponibilidad: Hay mayor presencia de esta planta en la época de sequía.

Usos: Sus hojas y frutos constituyen un alimento importante para aves migratorias. En la producción de piscicultura, esta planta se convierte en un problema puesto que ocupa espacio y compite con los peces por el oxígeno en el agua; su exagerado crecimiento se debe a la transparencia del agua y a la buena disponibilidad de materia orgánica en el lodo de los estanques. La harina se elabora con la planta completa, que, extraída de los estanques, se lleva a secar y posteriormente se muele.

Tabla 6. Composición proximal de la planta acuática cilantro de agua

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	16,07
Proteína bruta (%)	9,38
Extracto etéreo (%)	1,18
Cenizas (%)	N. D.
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	1042,86

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.

N.D.: No determinado

HOJA DE NONI

Nombre científico: *Morinda citrifolia*, Linneo, 1753.

Nombres comunes: Noni, guanábana cimarrona, fruta del paraíso o mora de la India (Colombia, Polinesia, India, el Caribe, México, América Central).

Distribución: Es una especie nativa de Malasia, Australia y Polinesia (Morton, 1992). Se encuentra en India, el Caribe, México, América Central y la parte sur de América del Sur. En Colombia se encuentra en varias zonas, como son San Andrés, Barranquilla, Cartagena y departamentos como Chocó y Meta, entre otras.

Hábitat: Habita en regiones tropicales, generalmente a 400 m s. n. m.; sin embargo, se adapta mejor a las regiones costeras (Morton, 1992).

Disponibilidad: Produce forraje fresco (hojas) en forma permanente.

Usos: En varias islas del Pacífico forma parte de la dieta nativa, sea cruda o cocida. Las semillas también se emplean tostadas. De la raíz y la corteza se extraen tintes de color rojo, púrpura y amarillo. Las hojas se pican, secan y muelen para agregar como materia prima en los alimentos balanceados artesanales para peces.



Fotografía: Germán Guayará

Tabla 7. Composición proximal de la hoja de noni

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	23,61
Proteína bruta (%)	18,11
Extracto etéreo (%)	3,84
Cenizas (%)	13,75
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4085,74

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.

N.D.: No determinado

HOJA DE NACEDERO



Fotografía: Andrés Leopoldo Gómez, SDB.

Nombre científico: *Trichanthera gigantea*, (Humboldt & Bonpland) Nees, 1821.

Nombres comunes: nacedero; quiebrabarriga; cajeto; madre de agua (Colombia); suiban, cenicero (Bolivia); tuno (Guatemala); naranjillo (Venezuela); palo de agua (Panamá); beque, pau santo (Brasil).

Distribución: El origen de esta especie es probablemente la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) y comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil; en esta región es donde se presenta la mayor variación de la especie. Se extendió de Suramérica hasta México, pero no se sabe si su dispersión ocurrió naturalmente o con la ayuda del hombre. Sigue siendo un misterio cómo llegó a Centroamérica, donde se ha cultivado por lo menos durante 3000 años. En Colombia, en general, se encuentra ampliamente distribuida en las zonas cálidas del país.

Hábitat: Crece en topografía plana u ondulada. Llega a crecer en terrenos que sobrepasan el 50 % de pendiente, en cañadas y a orilla de arroyos. Se adapta bien en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2.500 m s. n. m. con precipitaciones entre 1400 y 4000 mm y temperatura de 19 a 28 °C (Gómez y Murgueitio, 1991).

Disponibilidad: Tiene una baja producción de forraje y un largo intervalo entre cortes (tres a seis meses según la región). Ríos (2001) reporta que, con densidades de 18.000 plantas por hectárea, bajo condiciones cálidas, se obtienen entre 8 y 17 toneladas/ha de forraje, realizando corte cada 3 meses.

Usos: Se emplea como cerca viva, como planta destinada a proteger nacimientos de agua y como banco de proteína en la producción ganadera. Las hojas presentan algunos factores antinutricionales, como fenoles, taninos, saponinas, esteroides y alcaloides, una gran parte de los cuales pueden destruirse o desactivarse mediante tratamiento térmico (Tacón, 1995). Las hojas se pican, secan y muelen para generar la harina por utilizar en la preparación de los alimentos balanceados artesanales para peces.

Tabla 8. Composición proximal de la hoja de nacedero

Componente	Cantidad
Materia seca (%) ¹	17,92
Proteína bruta (%) ¹	23,64
Extracto etéreo (%) ¹	1,40
Cenizas (%) ¹	14,87
Fibra (%) [*]	8,06
Extracto no nitrogenado (%) [*]	44,86
Calcio (%) [*]	1,73
Fósforo (%) [*]	0,23
Energía bruta [Kcal/g] ¹	3877,56

¹ Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.
^{*} Hahn-Von_Hessberg *et al.*, 2016.

HOJA DE KUDZU

Nombre científico: *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.

Nombres comunes: kudzu, kudzu tropical, puero.

Distribución: Originaria del Asia suroriental, Malasia e Indonesia, se encuentra muy difundida en los trópicos húmedos del mundo. Esta planta se da sobre todo en trópico bajo, en zonas que van desde los 0 hasta los 1600 m s. n. m.; en Colombia se produce hasta los 2000 m s. n. m.

Hábitat: En la sequía se desprenden las hojas, pero sobrevive rebrotando en las siguientes lluvias. Se propaga naturalmente por rizomas colonizando extensas zonas aptas con suficientes precipitaciones.

Disponibilidad: Debido a que es una planta perenne, es posible contar con forraje fresco (hojas) en forma permanente hasta por dos años.

Usos: Es empleada como cobertura vegetal para evitar la erosión y como control de malezas³, pastoreo, banco de proteína en las producciones ganaderas y abono verde. Tiene un rendimiento de 18 t/ha/año aproximadamente. Las hojas pueden ser recolectadas, picadas, secadas y molidas para producir una harina con alto nivel de proteína (tabla 9) que puede ser empleada en la alimentación de los peces.



Fotografía: Óscar Alberto Aristizabal

Tabla 9. Composición proximal de la hoja de kudzu

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	19,17
Proteína bruta (%)	24,14
Extracto etéreo (%)	1,34
Cenizas (%)	7,87
Fibra (%)	10,57
Extracto no nitrogenado (%)	56,08
Calcio (%)	0,31
Fósforo (%)	0,08
Energía bruta (Kcal/g)	3951,75

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.

³ <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-variados-usos-del-kudzu-tropical-en-predios-ganaderos>

HOJA DE BOTÓN DE ORO

Nombre científico: *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray.

Nombres comunes: mirasol, gigantón, rayo del sol, botón de oro, árbol maravilla, girasol mexicano, falso girasol, crisantemo de Nitobe, quil amargo, wild sunflower son.

Distribución: Se encuentra en las áreas tropicales y subtropicales del planeta, posee casi 15.000 especies distribuidas por todo el mundo. En el caso del género *Tithonia*, posee 10 especies en Centroamérica. Es comúnmente aceptado que su centro de origen es América Central o México, aunque no se descarta que lo sea América del Sur. También ha sido reportada en Filipinas y Kenia, India, Ceilán, sur de México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá, Cuba, Colombia y Venezuela con diversos nombres y usos, incluida la nutrición animal. En Colombia es frecuente encontrarla en zonas cálidas en las orillas de las carreteras (Zapata y Vargas, 2014).



Fotografía: Andrés Leopoldo Gómez SDB.

Hábitat: El botón de oro es cosmopolita en el neotrópico, siendo poco exigente en el tipo de suelo ya que se ha encontrado en la selva baja caducifolia; se puede sembrar en zonas aledañas a los cultivos tradicionales a manera de rompeviento o separación de barreras vivas con el ánimo de tener franjas de cosecha para recoger las hojas y brotes tiernos; su distribución altitudinal se conoce hasta los 2400 m (Zapata y Vargas, 2014).

Disponibilidad: Produce forraje fresco (hojas) en forma permanente; por lo tanto, es posible obtener la harina de las hojas durante todo el año.

Usos: Esta planta está especialmente recomendada para la apicultura gracias a que produce néctar y polen. También sirve como barrera contra el viento en el apiario. El ganado, las cabras, ovejas, curíes y conejos consumen bien este forraje sin necesidad de ser trozado (Ríos y Salazar, 1995). Es empleado como banco de proteína en las producciones ganaderas. A partir de los 50 días postsiembrar se puede iniciar la recolección de las hojas para la preparación de la harina, que se convierte en materia prima para la alimentación de peces (González-Castillo et al., 2014). Las hojas presentan niveles bajos de taninos, los cuales son un factor antinutricional que puede reducirse con tratamiento térmico.

Tabla 10. Composición proximal de la hoja de botón de oro

Componente	Cantidad
Materia seca (%) ¹	17,92
Proteína bruta (%) ¹	24,71
Extracto etéreo (%) ¹	1,75
Cenizas (%) ¹	12,38
Fibra (%) [*]	7,73
Extracto no nitrogenado (%) [*]	53,42
Calcio (%) [*]	2,21
Fósforo (%) [*]	0,39
Energía bruta (Kcal/g) ¹	4354,50

¹ Gutiérrez-Espinosa, 2006⁹.

^{*} Hahn-von-Hessberg et al., 2016.

HOJA DE MANÍ FORRAJERO

Nombre científico: *Arachis pintoi*, Krapov y W. C. Greg, 1994.

Nombres comunes: maní-forrajero, maní Pinto.

Distribución: Es originario de América del Sur, probablemente Brasil o Bolivia. De allí fue llevado a otras áreas de América, África y Asia por los españoles y los portugueses. La mayor parte se cultiva entre 40° N y S del Ecuador. Está especialmente adaptado a las regiones tropicales semiáridas. Se encuentra a lo largo y ancho del territorio colombiano.

Hábitat: Esta leguminosa crece bien en sitios con una precipitación anual de 1300 mm, pero se desempeña aún mejor en condiciones de trópico húmedo donde la precipitación es mayor y donde no existen períodos secos intermedios. Una vez que se establece, *A. pintoi* tolera el anegamiento moderado y la sequía y crece bien bajo sombra (Rincón, 1999).

Disponibilidad: Produce forraje fresco (hojas) durante todo el año.

Usos: Es empleado como banco de proteína en las producciones ganaderas. Se recomienda sembrar como protección de los taludes y coronas de los estanques para evitar la erosión. En condiciones favorables, luego de seis meses de la siembra en monocultivo se reportan producciones de 500 a 700 kg/ha de materia seca (Rincón, 1999). Las hojas se recolectan, se secan y se muelen para producir la harina, que puede ser incluida en las fórmulas de alimento balanceado para peces.



Fotografía: Mariana C. Gutiérrez-Espinosa.

Tabla 11. Composición proximal de la hoja de maní forrajero

Componente	Cantidad
Materia seca (%) ¹	17,21
Proteína bruta (%) ¹	26,52
Extracto etéreo (%) ¹	1,87
Cenizas (%) ¹	14,16
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)*	1,05
Fósforo (%)*	0,18
Energía bruta (Kcal/g)	4075,89

1 Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.

* Rincón, 1999.

N.D.: No determinado

HOJA DE CASCO DE VACA



Fotografía: Juliana León Gutiérrez.

Nombre científico: *Bauhinia picta* (H.B.K.) D.C.

Nombres comunes: pata de vaca, casco de buey, bejuco escalera.

Distribución: Es una especie nativa de Colombia, pero se encuentra desde Panamá hasta Venezuela (Wunderlin, 1983).

Hábitat: Se encuentra entre los 0 y los 1700 m s. n. m. en zonas húmedas y crece frecuentemente en el interior de bosques de galería.

Disponibilidad: Produce hojas (forraje fresco) en forma permanente; por lo tanto, es posible obtenerlas durante todo el año. Los cortes de las hojas se pueden realizar a partir de que la planta tiene un metro de altura (Barragán et al., 2010).

Usos: Se emplea como cerca viva, sombreadora y como banco de proteína en la producción ganadera. Para humanos tiene uso medicinal, pues se emplea como diurético haciendo infusiones de la hoja.

Tabla 12. Composición proximal de la hoja de casco de vaca

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	30,83
Proteína bruta (%)	17,35
Extracto etéreo (%)	1,78
Cenizas (%)	N. D.
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	3364,83

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.

N.D.: No determinado

CÁSCARA DE MARACUYÁ

Nombre científico: *Passiflora edulis*, Sims, 1818.

Nombres comunes: maracuyá (Colombia); pasionaria, parcha, parchita (Venezuela); chinola (República Dominicana); mburucuyá (Paraguay).

Distribución: La fruta es originaria de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida a Australia y a Hawái. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sudáfrica, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia, donde fue introducida en 1936. En Colombia se encuentra, principalmente, en los departamentos del Meta, Huila, Valle del Cauca, Antioquia, Tolima, Cesar, Córdoba, Magdalena, Caldas, Quindío, Nariño, Norte de Santander y Santander (Miranda et al., 2009).

Hábitat: Se adapta en pisos térmicos que van de 0 a 1.300 m s. n. m., con un óptimo de 800 a 1200 y un rango de temperaturas que se considera adecuado entre 24 y 28 °C.

Disponibilidad: Durante todo el año hay cosecha, pero tiene picos de producción generalmente entre octubre y abril.

Usos: Se utiliza para la elaboración de pulpas, dulces, néctares, jaleas, mermeladas y concentrados. El jugo puede ser industrializado para la elaboración de cremas alimenticias, dulces cristalizados, helados, licores, confites, néctares, jaleas, refrescos y concentrados. La semilla contiene un 20-25 % de aceite. La cáscara (exocarpio y mesocarpio) es utilizada en Brasil para preparar raciones alimenticias para ganado bovino (García, 2002); secándola y moliéndola se puede obtener harina, que puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de alimento balanceado para peces.



Fotografía: Ariana León Gutiérrez

Tabla 13. Composición proximal de la cáscara de maracuyá

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	10,15
Proteína bruta (%)	6,15
Extracto etéreo (%)	1,68
Cenizas (%)	N. D.
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4125,57

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.
N.D.: No determinado

HOJA DE ACACIA FORRAJERA



Fotografía: Mariana C. Gutiérrez-Espinosa

Nombre científico: *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

Nombres comunes: acacia forrajera, acacia pálida o zarcilla o hediondilla (Puerto Rico); aramo blanco(a) (Cuba); aroma boba, aroma mansa, barba de león, carbonero blanco, falso cuji (Venezuela); flamboyán falsísimo, granadillo bobo, granadino, granolino, guaje, guaje blanco, guaslim (Campeche, México); xaxim o guaxin o huaxin (Maya, Yucatán); huaje, leucaena, liliak o kiutilac o liliaque o leleques (Veracruz, México); lino, lino criollo (República Dominicana); macata, macata blanca, mimosa, panelo, peladera, tamarindo silvestre, tamarindillo, tantan, tumarabú, uaxi y guacis (Chiapas); uaxim, yaravisco y chapra (Perú).

Distribución: Es originaria de México y Centroamérica, siendo una especie de amplia distribución en las regiones tropicales y subtropicales. En Colombia se encuentra en zonas templadas y ganaderas principalmente.

Hábitat: Prospera en ambientes adversos. Se adapta muy bien en zonas con altitud entre los 0 y 1600 m s. n. m. y crece en sitios desde secos con 350 mm/año hasta húmedos con 2300 y temperatura media anual de 18 a 30 °C; necesita un período seco de 4 a 6 meses (Zárate, 1987).

Disponibilidad: Produce hojas (forraje verde) todo el año. Se recomienda iniciar el corte de forraje cuando la planta alcance 1,5 metros de altura (Solorio y Solorio, 2008)

Usos: Se emplea como cerca viva, sombreado y banco de proteína en la producción ganadera. Por el tamaño de la hoja, solo se requiere secar y moler para hacer la harina, la cual tiene un nivel de proteína de 19%, adecuado para que se pueda utilizar como materia prima para preparación de alimento para peces. Las hojas contienen mimosina, un factor antinutricional que provoca reducción en el crecimiento y baja eficiencia de conversión alimenticia; esta sustancia puede disminuirse remojando las hojas durante 48 horas y secándolas al sol (Olvera-Navoa y Olvera-Castillo, 2000).

14. Composición proximal de la hoja de acacia forrajera

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	38,66
Proteína bruta (%)	19,34
Extracto etéreo (%)	5,89
Cenizas (%)	N. D.
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4492,17

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^o.

N.D.: No determinado

HOJA DE MORINGA

Nombre científico: *Moringa oleífera*, Lamark, 1783.

Nombres comunes: moringa, ben, palo jeringa, jazmín francés, tilo americano, tila, ben, acacia, teberinto.

Distribución: Es nativa del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladés, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminada en una gran parte del planeta, como América Central, Perú, Paraguay y Brasil (Francis et al., 2000). En Colombia es posible encontrarla en varias zonas, como Norte de Santander, nororiente del Magdalena, nororiente de Antioquia, sur de Bolívar, sur del Tolima, norte del Valle del Cauca norte y en el sur, en la región templada seca, oriente del Meta, sur de Casanare, oriente de Putumayo, sur de Córdoba y norte y occidente de Arauca (Castro, 2013).

Hábitat: Crece en altitudes de hasta aproximadamente 1400 m, principalmente a lo largo de los ríos. En los sitios donde ha sido introducida, prospera en lugares desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 m.

Disponibilidad: Produce hojas todo el año, las cuales se pueden cosechar después de que las plantas alcanzan 1,5 metros.

Usos: El árbol se valora principalmente por sus vainas tiernas y comestibles, las cuales se consumen como vegetales nutritivos; las hojas tiernas tienen sabor a berro y se comen junto con las flores ya sea cocidas o crudas. Con las hojas, que son muy ricas en proteína, minerales, betacaroteno, tiamina, riboflavina y otras vitaminas, se puede elaborar harina, la cual contiene alto nivel de proteína, por lo que es un buen ingrediente para la preparación de alimento para peces.



Fotografía: Héctor Segura.

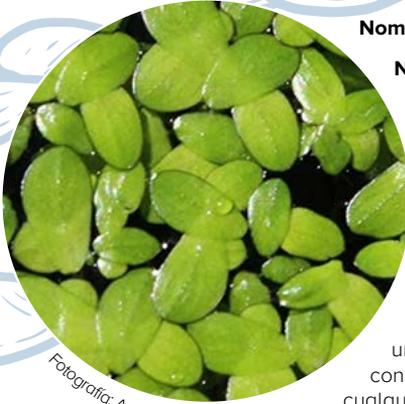
Tabla 15. Composición proximal de la hoja de moringa

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	34,90
Proteína bruta (%)	26,22
Extracto etéreo (%)	4,57
Cenizas (%)	N. D.
Fibra (%)	N. D.
Extracto no nitrogenado (%)	N. D.
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4401,82

Fuente: Gutiérrez-Espinosa, 2006^a.

N.D.: No determinado

LEMNA



Fotografía: Aquahabit

Nombre científico: *Lemna minor* (L.), Griff, 1851.

Nombres comunes: lenteja de agua, lenteja acuática.

Distribución: Es una planta con distribución universal. Se ha encontrado en varias regiones de los hemisferios norte y sur, incluyendo América, Europa, Asia, Australia y Nueva Zelanda. Se encuentra principalmente en charcos de agua dulce, ciénagas, lagos y ríos calmados (Armstrong, 2003). En Colombia es usual encontrarla en los estanques de producción de peces en zonas cálidas.

Hábitat: Es una planta acuática flotante de rápido crecimiento, principalmente en lagunas; se desarrolla en un rango amplio de temperaturas que varía entre 5 y 30 °C, con crecimiento óptimo entre los 15 y 18 °C. Se adapta bien a cualquier condición de iluminación. Crece rápidamente en partes calmadas y ricas en nutrientes, con altos niveles de nitrógeno y fosfatos.

Con frecuencia, el hierro es un elemento limitante para su adecuado desarrollo. Tolerancia un rango amplio de pH, siendo el óptimo entre 4,5 y 7,5 (Rook, 2002).

Disponibilidad: En estanques o cuerpos de agua con buena exposición a la radiación solar es posible cosecharla cada tres días (Arroyabe, 2004).

Usos: Se emplea en la alimentación para animales tales como patos domésticos y cerdas gestantes y lechones. La planta se seca y muele, produciendo así harina que se puede incorporar hasta en un 18 % en alimentos balanceados para peces, específicamente tilapias y cachamas, produciendo resultados adecuados en cuanto a rendimientos productivos.

Tabla 16. Composición proximal de lenteja de agua

Componente	Cantidad
Materia seca (%) ¹	6,41
Proteína bruta (%) ¹	10,41
Extracto etéreo (%) ¹	3,57
Cenizas (%) ¹	17,03
Fibra (%) ¹	20,63
Extracto no nitrogenado (%) ¹	48,47
Calcio (%) [*]	1,50
Fósforo (%) [*]	0,20
Energía bruta [Kcal/g] ¹	4069

¹ Análisis realizados en laboratorio 2019-2020.

^{*} Perez et al., 2014.

FRUTO DE TOTUMO

Nombre científico: *Crescentia cujete* (L.).

Nombres comunes: totumo, calabaza, jícara, morro, tapara, estelí y guira.

Distribución: Este árbol se encuentra en toda la América intertropical, desde la Florida hasta Brasil, y en África y Asia tropical. En Colombia se encuentra en 5 de las 6 regiones naturales (Amazónica, Orinoquia, Andina, Caribe y Pacífica), desde 0 hasta los 1500 m s. n. m.

Hábitat: Se puede encontrar en zonas húmedas y en terrenos pedregosos, pero soporta bien períodos prolongados de sequía.

Disponibilidad: La mayor producción de fruto se da entre noviembre y abril.

Usos: Se emplea como sombrero y en la alimentación para bovinos; el fruto también es empleado como laxante, purgante, antiinflamatorio y en la elaboración de jarabes expectorantes; su corteza se usa para hacer artesanías, cantimploras, cucharas, totumas y vasijas (Pérez-Arbeláez, 1978).



Fotografía: Mariana C. Gutiérrez-Espinoza.

Tabla 17. Composición proximal del fruto del totumo

Componente	Cantidad
Materia seca [%]	20,35
Proteína bruta [%]	11,11
Extracto etéreo [%]	5,12
Cenizas [%]	8,48
Fibra [%]	11,80
Extracto no nitrogenado [%]	63,50
Calcio [%]	N. D.
Fósforo [%]	N. D.
Energía bruta [Kcal/g]	4443

Fuente: Análisis realizados en laboratorio 2019-2020.

N.D.: No determinado

HOJAS DE GUÁSIMO



Fotografía: Oscar Alberto Aristizábal.

Nombre científico: *Guazuma ulmifolia* Lam.

Nombres comunes: guácimo, guácima, guázuma, caulote, majahua.

Distribución: Es una planta que se distribuye desde México hasta el norte de Argentina. En Colombia se encuentra en zonas que se ubican por debajo de los 1000 m s. n. m.

Hábitat: Se puede encontrar en los bosques tropicales y, con frecuencia, en zonas con precipitación anual entre 700 y 1500 mm. Crece bien en zonas con temperatura promedio de 24 °C y pH del suelo superior a 5,5 (Manríquez-Mendoza et al., 2011).

Disponibilidad: Produce hojas en forma permanente; por lo tanto, es posible obtener la harina de las hojas durante todo el año.

Usos: Se emplea como árbol maderero y de sombrío; el fruto y las hojas son consumidos por el ganado. La harina de las hojas puede ser utilizada para la preparación de alimentos para peces.

Tabla 18. Composición proximal de la hoja de guásimo

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	30,47
Proteína bruta (%)	15,56
Extracto etéreo (%)	2,17
Cenizas (%)	10,89
Fibra (%)	28,60
Extracto no nitrogenado (%)	42,79
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4025

Fuente: Análisis realizados en laboratorio 2019-2020.

N.D.: No determinado

FRUTO DE CHONTADURO

Nombre científico: *Bactris gasipaes* Kunth.

Nombres comunes: chontaduro, pejibaye, pupuña, pipire, pijuayo, pixbae, chontaduro, cachipay, pifá, pibá, chimá o tembe.

Distribución: Se distribuye desde Nicaragua hasta Brasil y Bolivia; es frecuente encontrarlo en la región amazónica. En Colombia se cultiva en los departamentos de Cauca, Valle del Cauca, Putumayo, Chocó, Guaviare, Caquetá, Nariño, Vaupés, Amazonas, Caldas y Meta.

Hábitat: Se encuentra principalmente en zonas húmedas no inundables, a menos de 1300 m s. n. m.; se adapta a suelos con baja fertilidad, buena profundidad y capacidad de drenaje (Gómez, 2010).

Disponibilidad: Se cosecha durante todo el año, siendo su pico de producción en noviembre.

Usos: El fruto se come fresco o cocinado en agua con sal. La harina del fruto puede emplearse como fuente energética en la preparación de alimentos balanceados artesanales para peces.



Fotografía: El Espectador.

Tabla 19. Composición proximal del fruto de chontaduro

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	62,66
Proteína bruta (%)	4,04
Extracto etéreo (%)	5,70
Cenizas (%)	1,49
Fibra (%)	1,67
Extracto no nitrogenado (%)	49,76
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4192

Fuente: Análisis realizados en laboratorio 2019-2020.

N.D.: No determinado

BEJUCO PELUDO



Nombre científico: *Calopogonium mucunoides*, Desvaux.

Nombres comunes: calopo, calopogonio, calopogônio-indico, enxada verde, falso moromoro, falso ouro, feijão sagu, jequitirana (Brasil); bejuco, bejuco peludo, bejuquillo de banco, calopo, calopogonium, falso-oró, frijol velludo, frisolilla, frisolito, galopo, guisante azul, guisante violeta, jequitirana, jicama, jiquitirana, napta, pica-pica manso, rabo de iguana.

Distribución: Se encuentra en México, Cuba, Jamaica, Puerto Rico, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela. En Colombia se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2000 m, pero se produce mejor entre 300 y 1500.

Hábitat: Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud, pero se adapta mejor a altitudes de 300 a 1500 m, en los trópicos cálidos y húmedos con precipitación anual superior a 1250 mm, pero no tolera las heladas. Es moderadamente tolerante a la sequía, pero puede desaparecer si se prolonga la estación seca. El crecimiento vigoroso ocurre en suelos de todas las texturas, incluso aquellos con un rango de pH bajo de 4,5-5. Su naturaleza de autosiembra y su hábito de crecimiento entrelazado hacen que se adapte bien a una variedad de condiciones ecológicas. Cuando se cultiva para forraje, se puede usar en una mezcla de especies, siempre que no se vuelva demasiado dominante (Suárez et al., 1985).

Disponibilidad: Presenta un brote muy rápido; sin embargo, no resiste cortes muy frecuentes, por lo que se recomienda hacer cortes con intervalos mayores a 45 días. En época de sequía se disminuye su producción.

Usos: Reconocida como una especie pionera valiosa que reduce la erosión y mejora la fertilidad del suelo, se utiliza principalmente como cultivo de cobertura en plantaciones de árboles tropicales y como abono verde que proporciona grandes cantidades de materia seca a través de la caída de las hojas. En varios lugares es considerada una maleza debido al desconocimiento de su composición proximal, pues tiene un nivel de proteína de 26, 27 %, lo que la convierte en una leguminosa con potencial para ser usada en la preparación de alimentos artesanales para peces, para lo cual se debe recolectar, incluyendo el tallo, para convertirla en harina.

Tabla 20. Composición proximal del bejuco peludo

Componente	Cantidad
Materia seca [%] ¹	24,70
Proteína bruta [%] ¹	26,27
Extracto etéreo [%] ¹	3,27
Cenizas [%] ¹	9,10
Fibra [%] ¹	8,06
Extracto no nitrogenado [%] ¹	53,31
Calcio [%]*	0,71
Fósforo [%]*	0,14
Energía bruta [Kcal/g] ¹	4341

¹ Análisis realizados en laboratorio 2019-2020.

* <https://www.feedipedia.org/node/328>

FRUTO DE COPOAZÚ

Nombre científico: *Theobroma grandiflorum* (Will ex Spreng) Shum.

Nombres comunes: copoaçu, cacau, bacau, patas, copoazú

Distribución: Es típicamente tropical y se distribuye a lo largo del hemisferio occidental entre 18° N y 15° S (Malgarejo et al., 2006). En Colombia se encuentra en la cuenca amazónica.

Hábitat: Esta especie amazónica se encuentra en selvas firmes húmedas, primarias altas y secundarias. Crece en condiciones de temperatura de 21,6 a 27,5 °C, humedades relativas entre 64 y 93 % y precipitaciones anuales entre 1900 y 3100 mm.

Disponibilidad: La cosecha se inicia en octubre y termina en mayo.

Usos: La pulpa se utiliza en la elaboración de jugos, pasteles, néctares, mermeladas, compotas, gelatinas y dulces. Del fruto también se aprovecha la semilla para la preparación de cupulate, un producto con características similares al chocolate. Secando la pulpa del fruto se produce la harina, la cual es una buena fuente energética para los alimentos balanceados artesanales para peces.



Fotografía: Nature pictures.org

Tabla 21. Composición proximal de fruto de copoazú

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	10,8
Proteína bruta (%)	5,96
Extracto etéreo (%)	1,42
Cenizas (%)	16,23
Fibra (%)	5,01
Extracto no nitrogenado (%)	60,58
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	4836,00

Fuente: Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020

N.D.: No determinado

FRUTO DE MACAMBO



Fotografía: La Sora Dóvila Ramírez.

Nombre científico: *Theobroma bicolor* H.B.K.

Nombres comunes: cacao de Perú, bacau, maraco, macambo

Distribución: Es una especie nativa de América tropical, de origen probablemente amazónico. Está distribuida en la cuenca amazónica en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú (Melgarejo et al., 2006). En Colombia se encuentra en los departamentos de Amazonas, Chocó, Caquetá, Guaviare, Vaupés y Bolívar.

Hábitat: El macambo crece en regiones con temperatura media anual de 29 °C, precipitación anual de 3500 mm a 3900 mm, en altitudes que van desde 0 hasta 1000 m s. n. m. Crece bien en terrenos no inundables, en ultisoles y oxisoles ácidos y pobres en nutrientes, con textura variada desde arenosa, francoarcillosa hasta arcillosa, con buen drenaje.

Disponibilidad: La mayor producción se da de octubre a diciembre.

Usos: Uno de los usos más frecuentes es en forma de bebida, para lo cual los granos de la planta se ponen a fermentar. Con el fruto se elabora harina, que tiene un 16,65 % de proteína y puede ser empleada en la preparación de alimento para peces.

Tabla 22. Composición proximal de fruto de macambo

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	15,90
Proteína bruta (%)	16,65
Extracto etéreo (%)	4,12
Cenizas (%)	6,69
Fibra (%)	10,95
Extracto no nitrogenado (%)	45,70
Calcio (%)	N. D.
Fósforo (%)	N. D.
Energía bruta (Kcal/g)	5124,00

Fuente: Análisis realizados en laboratorio 2019-2020.

N.D.: No determinado

SACHA INCHI

Nombre científico: *Plukenetia volubilis*.

Nombres comunes: sacha inchi, sacha maní, maní del inca, maní del monte, inca peanuts.

Distribución: Es una planta originaria de la amazonia peruana, colombiana y ecuatoriana. En Colombia se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de la Orinoquia y la Amazonia y en el Pacífico. Como cultivo establecido se reporta en los departamentos del Chocó, Putumayo, Valle del Cauca, Caquetá, Amazonas, Antioquia, Tolima, Guaviare y Cundinamarca.

Hábitat: Se adapta a climas cálidos o medios hasta los 1700 m s. n. m. siempre y cuando haya disponibilidad permanente de agua y buen drenaje. Crece mejor en los suelos ácidos, francos y aluviales planos cercanos a ríos.

Disponibilidad: La cosecha se inicia a partir del séptimo mes postsiembra y luego periódicamente cada 15 días; las mayores cosechas se observan entre julio y septiembre. Como planta perenne, produce cosechas durante todo el año y se estima un período productivo de 10 años (Hurtado, 2013).

Usos: De la semilla se extrae el aceite para la alimentación humana y para la industria cosmética. La semilla tostada es usada para consumo humano. La torta, subproducto de la extracción del aceite, es empleada como sustituto de la soya en la alimentación animal, por lo que también es una buena opción en la preparación de alimentos para peces, especialmente en zonas donde no hay facilidad en la consecución de la soya.



Fotografía: Ricardo Murillo Pacheco

Tabla 23. Composición proximal de la torta de sacha inchi

Componente	Cantidad
Materia seca (%)	92,75
Proteína bruta (%)	51,23
Extracto etéreo (%)	4,84
Cenizas (%)	5,19
Fibra (%)	4,79
Extracto no nitrogenado (%)	26,50
Calcio (%)	0,35
Fósforo (%)	0,44
Energía bruta (Kcal/g)	5170,20

Fuente: Hurtado, 2013.



HOJA DE PLÁTANO



Fotografía: Ricardo Murillo.

Nombre científico: *Musa paradisiaca*, Linneo, 1753.

Nombres comunes: banano, banana, plátano, maduro y guineo (norte de América del Sur, América Central y el Caribe); cambur (Polinesia, África y Asia).

Distribución: El plátano es originario de Asia meridional, se conoce en el Mediterráneo desde el año 650, cuando la especie llegó a las Islas Canarias en el siglo XV; desde allí fue llevado al Caribe y América en el año 1516 por los colonos. En Colombia se encuentra en zonas desde los 0 hasta los 2000 m s. n. m.

Hábitat: El plátano crece naturalmente en la región del sudeste asiático, desde la India hasta la península de Malaca, en Ceilán (Sri Lanka), Filipinas y parte de Oceanía, incluyendo Australia y Samoa. Es de clima tropical y requiere suelos bien drenados, fértiles, ligeramente ácidos o neutros. No tolera la sal. Prefiere el sol pleno, aunque soporta la semisombra.

Disponibilidad: La planta produce hojas permanentemente; el deshoje se puede realizar cada una o dos semanas, dependiendo de si hay o no presencia de lluvias y vientos fuertes, pero la planta debe mantener mínimo nueve hojas funcionales.

Usos: El plátano es un producto muy importante para consumo humano local, regional y nacional. El racimo es cosechado y desmanado para embalar en canastillas plásticas para su transporte. Después de cosechado el cultivo, las hojas y los tallos se incorporan al suelo como abono verde (Blasco, 2014). La harina de las hojas contiene un nivel moderado de proteína que puede ser utilizado en la preparación de alimentos balanceados artesanales para peces.

Tabla 24. Composición proximal de la hoja de plátano

Componente	Cantidad
Materia seca (%) ¹	27,55
Proteína bruta (%) ¹	11,47
Extracto etéreo (%) ¹	3,17
Cenizas (%) ¹	17,24
Fibra (%) [*]	27,9
Extracto no nitrogenado (%) ¹	40,22
Calcio (%) [*]	0,75
Fósforo (%) [*]	0,24
Energía bruta (Kcal/g) ¹	4464,45

¹ Gutiérrez-Espinosa et al., 2016.

^{*} <https://www.feedipedia.org/node/686>

En el anexo 1 se presenta la información sobre la composición proximal de estas y otras materias primas convencionales y alternativas que pueden utilizarse para la preparación de alimentos artesanales para peces.



PROCESAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

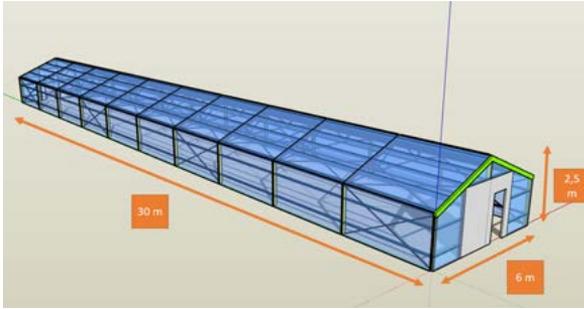


Una vez identificadas las materias primas alternativas que se van a utilizar en la preparación de los alimentos balanceados artesanales para los peces, según su disponibilidad, aporte nutricional y costo, es indispensable asegurar que se cuente con la cantidad suficiente para la producción esperada y para todo el ciclo productivo de los animales.

Para facilitar y hacer más eficiente el proceso de elaboración del alimento balanceado artesanal, es necesario que las materias primas por emplear se encuentren en forma de harina. A continuación se describe el proceso que se realiza para obtener la harina.

Habiendo recolectado cada una de las materias primas alternativas, se procede a fraccionarlas o picarlas a fin de disminuir el tiempo de secado; para la deshidratación de estos insumos se utiliza un secador solar o marquesina que se puede construir con madera y plástico (figura 1). Es conveniente ubicar el secador solar en una zona no inundable y preferiblemente cerca de la casa de habitación para poder monitorear constantemente el estado de las materias primas, pues se deben mover (voltear) varias veces al día para que no se acumule la humedad y así evitar la proliferación de hongos y otros microorganismos que pueden llegar a descomponerlas.

Tiempo de secado



El tiempo de secado (o deshidratación) para cada materia prima es diferente, pues depende del contenido de agua de cada una, la humedad de la zona donde se esté y la temperatura ambiental, entre otros factores.



Figura 1. Secador solar construido con madera y plástico



Rendimiento

Igualmente, el rendimiento de las materias primas alternativas luego del secado, es decir, la cantidad de material seco (harina) que se obtiene al finalizar el proceso, varía entre las diferentes plantas; el rendimiento de algunas de ellas se presenta en la figura 2.

<u>Materia prima</u>	<u>Rendimiento</u>
 Lemna	6,0 %
 Hoja de noni	6,0 %
 Hoja de bore	12-19 %
 Hoja de Botón de oro	17,0%
 Hoja de plátano	24,0 %
 Hoja de yuca	25,0 %
 Hoja de nacedero	26,0 %
 Hoja de matarratón	26,5 %
 Cacota de cacao	30,0 %
 Fruto de guayaba	30,0 %
 Fruto de chontaduro	60,0 %

Figura 2. Rendimiento de algunas materias primas alternativas

Molienda

Cuando las materias primas están completamente secas, deben ser trasladadas a la zona de molienda, donde se emplea un molino para maíz, picapasto o de martillo (figura 3). El objetivo de moler las materias primas es obtener una harina lo más fina posible y homogénea de cada una de ellas para facilitar su uso en la preparación de alimentos balanceados artesanales. Es conveniente almacenar cada una de las materias primas procesadas en recipientes separados, con etiquetas que indiquen claramente el contenido y la fecha de molienda para no correr el riesgo de confundirlas.



Figura 3. Molino picapasto o martillo



En la figura 4 se presentan los pasos en orden secuencial para el adecuado procesamiento de las materias primas a utilizar. Luego del molido y empaque para su almacenamiento, los ingredientes están listos para su utilización en la elaboración de dietas para los peces.

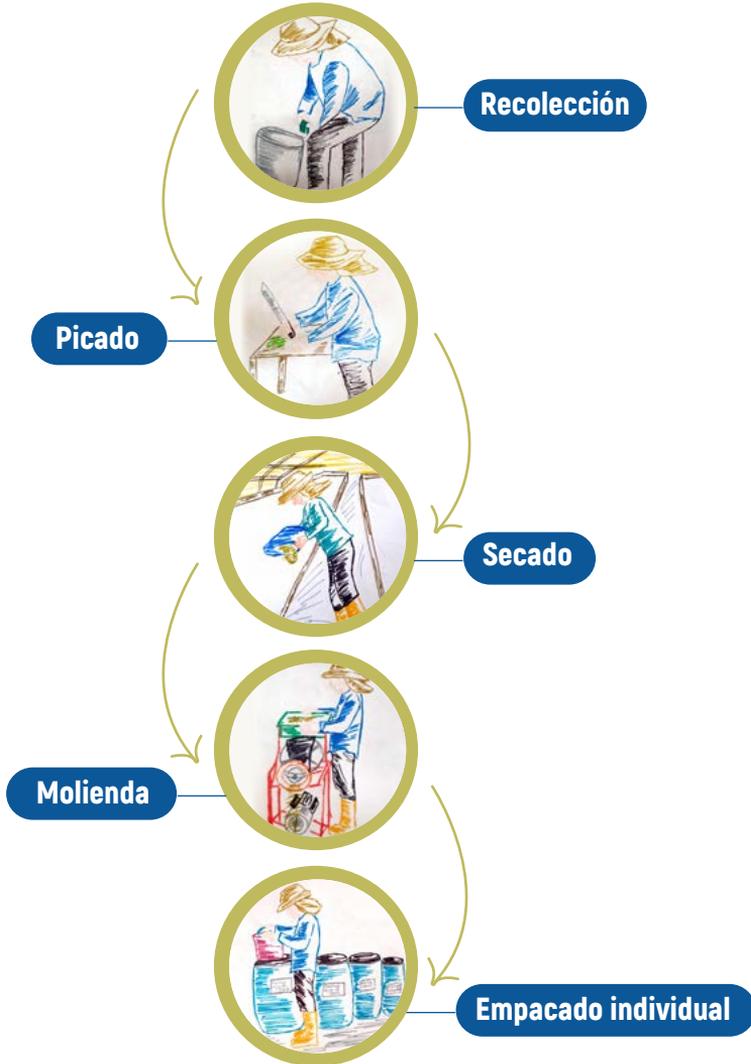


Figura 4. Esquema secuencial del procesamiento de las materias primas alternativas en la granja

IV. COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS ARTESANALES RECOMENDADOS PARA CACHAMA BLANCA Y TILAPIA

Teniendo en cuenta que las materias primas alternativas identificadas para producir los alimentos balanceados artesanales para piscicultura no tienen un contenido mayor a 25 % de proteína bruta, exceptuando la torta de sachá inchi, que alcanza un 51 %, se recomienda incluir un núcleo base conformado por materias primas de uso común en alimentos concentrados comerciales para peces, tales como harina torta de soya, harina de maíz amarillo, harina de arroz o harina de trigo. Además de este núcleo, es necesario adicionar una mezcla de sal (2 g/kg), vitaminas y minerales (0,06 g/kg)⁴, puesto que estos elementos son indispensables en la alimentación y nutrición animal.

A continuación se presentan los ingredientes que componen las dietas artesanales propuestas para cada una de las cinco regiones del país en donde se adelantó el proyecto. Estas dietas fueron formuladas con fundamento en los requerimientos nutricionales de cachamas y tilapias.

Se presentan tres propuestas de formulación de dietas para cada una de las regiones; los ingredientes están calculados para la preparación de un kilogramo de dieta, por lo que deben multiplicarse por la cantidad de kilogramos que se quieran preparar.

En la parte inferior de las tablas se presenta la composición proximal, es decir, el contenido de materia seca, cenizas, proteína bruta, energía bruta (Kcal/g) y lípidos con que queda cada una de las dietas, utilizando los ingredientes y las cantidades recomendados. Algunos alimentos balanceados

.....
⁴ Estos ingredientes se consiguen en almacenes que distribuyen suplementos alimenticios para animales.



fueron formulados muy cerca de finalizar el proyecto, razón por la cual no se alcanzó a determinar la composición proximal completa de dichas dietas.

Tabla 25. Dietas artesanales elaboradas en los municipios de Lejanías y El Dorado, departamento del Meta

INGREDIENTES UTILIZADOS EN LEJANÍAS Y EL DORADO - META	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
	Cantidad (g)	Cantidad (g)	Cantidad (g)
Soya, harina torta	432	432	432
Arroz, harina	106	106	106
Maíz, harina grano	60	60	60
Sal marina	2	2	2
Pre-mezcla de vitaminas y minerales	0,06	0,06	0,06
Vitamina C	0,01	0,01	0,01
Matarratón, harina de hojas	350	-	60
Guayaba, Harina de fruto	-	130	-
Bore, Harina de hojas	40	-	-
Cacao, harina de cascara	10	-	-
Planta Acuática	-	-	130
Yuca dulce, Harina de hoja	-	270	200
Plátano, Harina de hoja	-	-	10
Composición bromatológica			
Materia seca %	77	68	72
Cenizas %	14	17	16
Proteína bruta %	31	33	32
Energía bruta Kcal/g	4.453	4.395	4.383
Lípidos %	4	4	4

Tabla 26. Dietas artesanales elaboradas en el municipio de Montería, departamento de Córdoba

INGREDIENTES UTILIZADOS EN MONTERÍA - CORDOBA	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
	Cantidad (g)	Cantidad (g)	Cantidad (g)
Soya, harina torta	433	433	433
Harina de Arroz	77	-	-
Maíz, harina grano	60	15	15
Trigo, harina	30	95	100
Sal marina	2	2	2
Pre-mezcla de vitaminas y minerales	0,06	0,06	0,06
Vitamina C	0,01	0,01	0,01
Yuca, harina de tubérculo con cáscara	-	60	10
Yuca dulce, Harina de hojas	226	164	120
Matarratón, harina de hojas	39	50	60
Bejuco peludo (Mojon de turco), harina de hojas	48	15	-
Cacao, harina de cascara	-	-	40
Guásimo, harina de hoja	75	56	75
Botón de oro, Hoja	-	100	125
Aceite de palma	10	10	20
Composición bromatológica			
Materia seca %	81	-	-
Cenizas %	6	-	-
Proteína bruta %	31	32	31
Energía bruta Kcal/g	4.055	4.290	4.343
Lípidos %	4	3	4



Tabla 27. Dietas artesanales elaboradas en el municipio de San Carlos, departamento de Antioquia

INGREDIENTES UTILIZADOS EN SAN CARLOS - ANTIOQUIA	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
	Cantidad (g)	Cantidad (g)	Cantidad (g)
Soya, harina torta	438	-	438
Harina de arroz	40	69	40
Maíz, harina grano	30	30	30
Trigo, harina	43	70	54
Sal marina	2	2	2
Premezcla de vitaminas y minerales	0,06	0,06	0,06
Vitamina C	0,01	0,01	0,01
Matarratón, harina de hojas	54	54	145
Cacao, harina de cascara	20	20	20
Botón de oro, Hoja	256	256	151
Sacha inchi, harina torta	-	382	-
Quiebra barrigo, Harina de hojas	105	105	105
Aceite de soya	12	12	15
Composición bromatológica			
Materia seca %	80	-	-
Cenizas %	9	-	-
Proteína bruta %	32	32	32
Energía bruta Kcal/g	3.903	4.673	4.326
Lípidos %	4	5	4

Tabla 28. Dietas artesanales elaboradas en el municipio de El Carmen de Chucurí, departamento de Santander

INGREDIENTES UTILIZADOS EN CARMEN DE CHUCURÍ - SANTANDER	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
	Cantidad (g)	Cantidad (g)	Cantidad (g)
Soya, harina torta	480	480	480
Harina de arroz	50	48	23
Maíz, harina grano	20	5	5
Trigo, harina	50	100	100
Sal marina	2	2	2
Premezcla de vitaminas y minerales	0,06	0,06	0,06
Vitamina C	0,01	0,01	0,01
Matarratón, harina de hojas	286	58	58
Cacao, harina de cáscara	15	32	32
Palmiste, Torta	-	150	185
Bore, Harina de hojas	77	115	105
Aceite de soya	20	10	10
Composición bromatológica			
Materia seca %	83	-	-
Cenizas %	6	-	-
Proteína bruta %	31	31	31
Energía bruta Kcal/g	4.583	4.277	4.279
Lípidos %	5	4	4



Tabla 29. Dietas artesanales elaboradas en el municipio de Leticia, departamento del Amazonas

INGREDIENTES UTILIZADOS EN LETICIA - AMAZONAS	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
	Cantidad (g)	Cantidad (g)	Cantidad (g)
Soya, harina torta	438	-	480
Harina de arroz	40	-	34
Maíz, harina grano	30	60	40
Trigo, harina	54	-	-
Sal marina	2	2	2
Premezcla de vitaminas y minerales	0,06	0,06	0,06
Vitamina C	0,01	0,01	0,01
Yuca, harina de tubérculo con cáscara	-	140	70
Sacha inchi, Harina torta	-	433	-
Bore, Harina de hojas	185	100	140
Yuca dulce variedad India, hojas	231	128	214
Yuca brava variedad Muñeco, hojas	-	117	-
Aceite de soya	20	20	20
Composición bromatológica			
Materia seca %	-	-	-
Cenizas %	-	-	-
Proteína bruta %	31	31	31
Energía bruta Kcal/g	4.401	4.818	4.424
Lípidos %	5	5	5

V. PREPARACIÓN DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS ARTESANALES

Para la preparación de alimentos balanceados artesanales se requiere un molino de carne, el cual se utiliza para formar los gránulos de alimento (pellets) que luego serán suministrados a los peces.

Conociendo la formulación, es decir, las cantidades de materias primas (ingredientes) que se deben utilizar para preparar el alimento balanceado artesanal (pueden utilizarse como base las dietas validadas y presentadas en la sección anterior de esta cartilla), el proceso se realiza de la siguiente manera:

1. Pesar por separado la cantidad de cada una de las materias primas estipuladas en la formulación, teniendo en cuenta que dicha cantidad depende de los kilos que se vayan a preparar.
2. Mezclar las materias primas de menor volumen; debe verificarse que la mezcla quede homogénea. El tiempo de mezclado debe ser de 10 minutos aproximadamente para 10 kilos de dieta.
3. Adicionar las vitaminas y minerales, verificando que se haga de manera homogénea y que queden en toda la mezcla.
4. Cuando la mezcla se haya homogeneizado, se adiciona 40 % de agua, es decir, que si se quiere preparar 10 kilos de dieta, se deben adicionar 4 litros de agua. Esta se añade lentamente y por partes a fin de que se humedezca la mezcla uniformemente.
5. Llevar la mezcla al secador por 2 horas.
6. Pasar la mezcla por el molino de carne (figura 5).
7. Pasar los gránulos obtenidos al secador solar y dejar secar por 24 horas.
8. Empacar en lonas o canecas y almacenar por corto tiempo.



Figura 5. Molino de carne.

Así queda listo el alimento balanceado preparado artesanalmente para suministrarlo a los peces.

Este proceso de preparación se esquematiza en la figura 6.

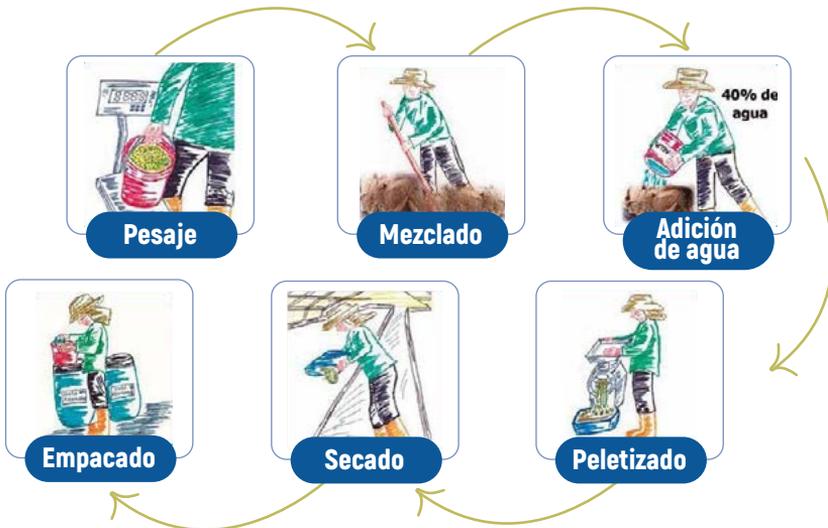


Figura 6. Esquema secuencial del proceso para la elaboración de los gránulos (pellets) para alimentación de peces en cultivo

VI. CANTIDAD DE ALIMENTO BALANCEADO ARTESANAL A SUMINISTRAR A LOS PECES

Con el objeto de que los acuicultores sepan cuánto alimento balanceado artesanal deben suministrar a los peces, a continuación se presentan dos tablas de alimentación sugeridas para el engorde de tilapias y de cachamas blancas, las cuales son guías construidas para cultivos semiintensivos tradicionales con condiciones medioambientales ideales para estas especies, es decir, con concentraciones de oxígeno disuelto de 3,5 mg/l para tilapia y de 4,0 mg/l para cachama y temperatura del agua entre 25 y 29 °C (Rodríguez, 2020). Por esta razón, cada productor debe adaptarlas a las condiciones ambientales y a su sistema de cultivo.



Tabla 30. Tabla de alimentación sugerida para el cultivo semiintensivo tradicional de 1000 ejemplares de tilapia roja, *Oreochromis spp.*

Fase de cultivo	Semana	Peso (gr)		Tasa de alimentación (%) del peso	Número de veces a alimentar por día	Alimento diario* (kg/día)	Alimento por semana* (kg/semana)
		Desde	Hasta				
Alevinaje	1	1	2	9	10	0,14	0,95
	2	2	4,5	7,8	10	0,25	1,77
	3	4,5	8	7,5	9	0,47	3,28
	4	8	14	7,8	9	0,86	5,99
	5	14	20	5,6	8	0,94	6,61
	6	20	28	5,3	8	1,26	8,82
Juveniles	7	28	38	5,2	7	1,71	11,97
	8	38	48	4,2	7	1,8	12,6
	9	48	58	3,6	6	1,89	13,23
	10	58	68	3,3	6	2,07	14,49
	11	68	80	3,2	6	2,34	16,38
	12	80	100	3	6	2,7	18,9
	13	100	120	2,9	6	3,24	22,68
	14	120	140	2,9	5	3,78	26,46
Preengorde	15	140	160	2,6	5	3,87	27,09
	16	160	180	2,4	5	4,05	28,35
	17	180	200	2,2	5	4,23	29,61
	18	200	220	2,1	5	4,32	30,24
	19	220	245	1,9	5	4,5	31,5
	20	245	270	1,8	4	4,59	32,13
Engorde	21	270	295	1,7	4	4,68	32,76
	22	295	320	1,6	4	4,77	33,39
	23	320	345	1,5	4	4,95	34,65
	24	345	370	1,5	4	5,31	37,17
	25	370	395	1,4	4	5,4	37,8
	26	395	420	1,4	4	5,67	39,69
	27	420	445	1,4	4	5,94	41,58
	28	445	470	1,4	4	6,21	43,47
	29	470	500	1,4	4	6,57	45,99
	30	500	530	1,3	4	6,84	47,88

Fuente: Adaptación de Rodríguez (2020).

Tabla 31. Tabla de alimentación sugerida para el cultivo semiintensivo tradicional de 1000 ejemplares de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*

Fase de cultivo	Semana	Peso (gr)		Tasa de alimentación del peso [%]	Número de veces a alimentar por día	Alimento diario* (kg/día)	Alimento por semana* (kg/semana)
		Desde	Hasta				
Alevinaje	1	0,3	1	13,5	8	0,09	0,62
	2	1	2	11,2	8	0,17	1,17
	3	2	5	9,8	8	0,34	2,4
	4	5	10	8,8	8	0,66	4,63
	5	10	17	8,1	6	1,09	7,61
	6	17	25	7,4	6	1,56	10,93
Juveniles	7	25	35	6,9	6	2,07	14,52
	8	35	45	6,5	5	2,58	18,09
	9	45	60	6,1	5	3,18	22,27
	10	60	80	5,3	4	3,68	25,74
	11	80	100	4,9	4	4,41	30,87
	12	100	120	4,5	4	4,95	34,65
	13	120	145	4,1	4	5,43	38,03
	14	145	170	3,8	4	5,99	41,9
Preengorde	15	170	205	3,5	4	6,56	45,94
	16	205	230	3,3	4	7,18	50,24
	17	230	265	3,1	2	7,77	54,37
	18	265	300	3	2	8,42	58,96
	19	300	335	2	2	6,35	44,45
	20	335	370	2	2	7,05	49,35
Engorde	21	370	410	1,9	2	7,41	51,87
	22	410	450	1,8	2	7,74	54,18
	23	450	490	1,7	2	7,99	55,93
	24	490	535	1,6	2	8,2	57,4
	25	535	585	1,6	2	8,96	62,72
	26	585	640	1,5	2	9,19	64,31
	27	640	700	1,5	2	10,05	70,35

Fuente: Adaptación de Rodríguez (2020)



VII. CRECIMIENTO DE LOS PECES CON LOS ALIMENTOS BALANCEADOS ARTESANALES

Se recomienda hacer muestreo mensual de los peces en cultivo, a fin de llevar un registro de crecimiento y poder ajustar la cantidad de alimento que se está suministrando y, asimismo, evaluar la eficiencia alimenticia.

En el ensayo llevado a cabo en el departamento del Meta se realizó una comparación en el crecimiento de las cachamas alimentadas con estas dietas y con alimento concentrado comercial, cuyos resultados mostraron que los animales alimentados con la dieta 1 presentaron el mayor peso promedio (tabla 32) y no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) con los resultados obtenidos con los peces a los que se les suministró el concentrado comercial, lo cual muestra que es posible sustituir el concentrado comercial por alimentos balanceados preparados artesanalmente con materias alternativas, sin afectar el crecimiento de los peces. Por el contrario, sí hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los peces alimentados con la dieta 1 y con el alimento concentrado comercial frente a los alimentados con las dietas 2 y 3.

Tabla 32. Peso promedio en gramos de las cachamas alimentadas con las dietas utilizadas en los municipios de Lejanías y El Dorado, departamento del Meta

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Concentrado comercial
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
Inicio	151,5 ± 27	151,5 ± 27	151,5 ± 27	151,5 ± 27
Muestreo 1	210,4 ± 25,5 ^a	225,1 ± 11,0 ^b	213,0 ± 18,9 ^b	237,8 ± 19,3 ^b
Muestreo 2	281,0 ± 46,1 ^a	277,3 ± 8,2 ^{ab}	261,0 ± 7,2 ^b	303,2 ± 33,7 ^c
Muestreo 3	367,9 ± 93,8 ^a	324,5 ± 5,7 ^b	302,8 ± 9,0 ^b	359,4 ± 36,2 ^a

La letra superíndice indica diferencia estadística ($p < 0,05$) entre la fila. Los muestreos se hicieron con un intervalo de 30 días.

La curva de crecimiento de los peces con las dietas preparadas artesanalmente y con el alimento concentrado comercial se presenta en la figura 7.

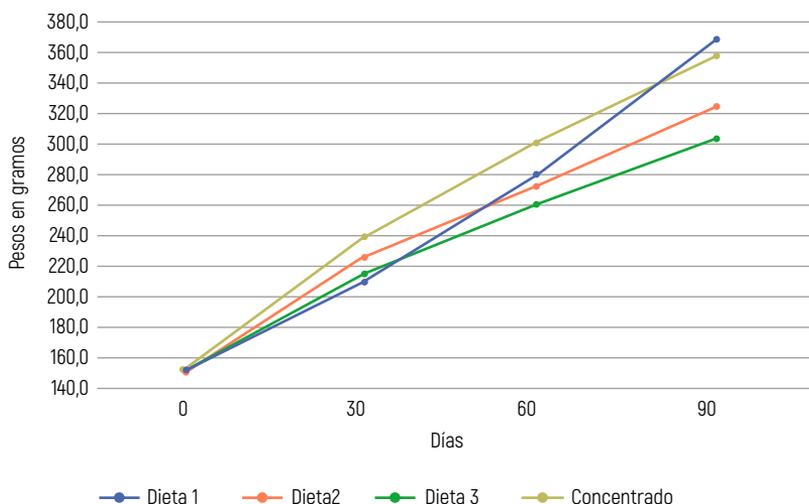


Figura 7. Curva de crecimiento de las cachamas en Lejanías, Meta.
(Fuente: Gutiérrez-Espinosa et al., 2016b)

En el ensayo llevado a cabo en el departamento de Córdoba se realizó una comparación en la composición proximal del filete de las cachamas alimentadas con la dieta 1 (tabla 26) y con concentrado comercial, encontrándose que los valores fueron similares (tabla 33).

Tabla 33. Composición proximal del filete de cachamas alimentadas con la dieta 1 y con concentrado comercial en el municipio de Montería

Composición proximal	Dieta 1	Concentrado comercial
Materia seca %	21,9	22,3
Cenizas %	20,8	19,7
Proteína bruta %	56,7	56,4
Energía bruta Kcal/g	5.041,0	5.062,0
Lípidos %	1,4	0,4



VIII. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LAS DIETAS

Para conocer el costo de los alimentos balanceados elaborados artesanalmente, es necesario llevar un registro de los tiempos que toma hacer cada uno de los procesos para obtener la harina de las materias primas alternativas, lo cual permitirá calcular la mano de obra utilizada. Igualmente, es necesario contabilizar la energía eléctrica usada para el funcionamiento de los equipos empleados y cualquier otro factor que se considere de importancia, información que servirá para establecer el precio final del alimento preparado.

A continuación se presenta el costo estimado para la preparación de un kilogramo de cada una de las dietas preparadas en cada sitio.

Tabla 34. Costo estimado para la preparación de un kg de cada una de las dietas utilizadas en los municipios de Lejanías y El Dorado, departamento del Meta

INGREDIENTES UTILIZADOS EN LEJANÍAS Y EL DORADO - META	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3	
	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)
Soya, harina torta	432	799	432	799	432	799
Arroz, harina	106	89	106	89	106	89
Maíz, harina grano	60	52	60	52	60	52
Sal marina	2	1	2	1	2	1
Premezcla de vitaminas y minerales	0,06	2	0,06	2	0,06	2
Vitamina C	0,01	1	0,01	1	0,01	1
Matarratón, harina de hojas	350	215	-	-	60	37
Guayaba, harina de fruto	-	-	130	52	-	-
Bore, harina de hojas	40	27	-	-	-	-
Cacao, harina de cascara	10	6	-	-	-	-
Planta acuática	-	-	-	-	130	39
Yuca dulce, harina de hoja	-	-	270	135	200	100
Plátano, harina de hoja	-	-	-	-	10	11
Costo dieta por kg		1.192		1.131		1.131
Maquila		150		150		150
Costo total dieta por kg		1.342		1.281		1.281

Tabla 35. Costo estimado para la preparación de un kg de cada una de las dietas utilizadas en el municipio de Montería, departamento de Córdoba

INGREDIENTES UTILIZADOS EN MONTERÍA - CORDOBA	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3	
	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)
Soya, harina torta	433	801	433	801	433	801
Harina de arroz	77	65	-	-	-	-
Maiz, harina grano	60	52	15	13	15	13
Trigo, harina	30	29	95	90	100	95
Sal marina	2	1	2	1	2	1
Pre-mezcla de vitaminas y minerales	0,06	2	0,06	2	0,06	2
Vitamina C	0,01	1	0,01	1	0,01	1
Yuca, harina de tubérculo con cáscara	-	-	60	26	10	4
Yuca dulce, Harina de hojas	226	113	164	82	120	60
Matarratón, harina de hojas	39	24	50	31	60	37
Bejuco peludo (Mojon de turco), harina de hojas	48	32	15	10	-	-
Cacao, harina de cascara	-	-	-	-	40	22
Guásimo, harina de hoja	75	37	56	28	75	37
Botón de oro, Hoja	-	-	100	61	125	76
Aceite de palma	10	25	10	25	20	50
Costo dieta por kg		1.182		1.171		1.199
Maquila		150		150		150
Costo total dieta por kg		1.332		1.321		1.349

Tabla 36. Costo estimado para la preparación de un (1) kg de cada una de las dietas utilizadas en el municipio de San Carlos, Departamento de Antioquia

INGREDIENTES UTILIZADOS EN SAN CARLOS - ANTIOQUIA	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3	
	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)
Soya, harina torta	438	810	-	-	438	810
Harina de arroz	40	34	69	58	40	34
Maiz, harina grano	30	26	30	26	30	26
Trigo, harina	43	41	70	67	54	51
Sal marina	2	1	2	1	2	1
Pre-mezcla de vitaminas y minerales	0,06	2	0,06	2	0,06	2
Vitamina C	0,01	1	0,01	1	0,01	1
Matarratón, harina de hojas	54	33	54	33	145	89
Cacao, harina de cáscara	20	11	20	11	20	11
Botón de oro, Hoja	256	156	256	156	151	92
Sacha inchi, Harina torta	-	-	382	382	-	-
Quebra barrigo, Harina de hojas	105	52	105	52	105	52
Aceite de soya	12	36	12	36	15	45
Costo dieta por kg		1.203		825		1.214
Maquila		150		150		150
Costo total dieta por kg		1.353		975		1.364



Tabla 37. Costo estimado para la preparación de un kg de cada una de las dietas utilizadas en el municipio de El Carmen de Chucurí, departamento de Santander

INGREDIENTES UTILIZADOS EN CARMEN DE CHUCURÍ - SANTANDER	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3	
	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)
Soya, harina torta	480	888	480	888	480	888
Harina de arroz	50	42	48	40	23	19
Maíz, harina grano	20	17	5	4	5	4
Trigo, harina	50	48	100	95	100	95
Sal marina	2	1	2	1	2	1
Pre-mezcla de vitaminas y minerales	0,06	2	0,06	2	0,06	2
Vitamina C	0,01	1	0,01	1	0,01	1
Matarratón, harina de hojas	286	175	58	36	58	36
Cacao, harina de cascara	15	8	32	18	32	18
Palmiste, Torta	-	-	150	75	185	93
Bore, Harina de hojas	77	52	115	78	105	72
Aceite de soya	20	60	10	30	10	30
Costo dieta por kg		1.294		1.268		1.259
Maquila		150		150		150
Costo total dieta por kg		1.444		1.418		1.409

Tabla 38. Costo estimado para la preparación de un kg de cada una de las dietas utilizadas en el municipio de Leticia, departamento del Amazonas

INGREDIENTES UTILIZADOS EN LETICIA - AMAZONAS	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3	
	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)	Cantidad (g)	Valor (\$)
Soya, harina torta	438	810	-	-	480	888
Harina de arroz	40	34	-	-	34	28
Maíz, harina grano	30	26	60	59	40	34
Trigo, harina	54	51	-	-	-	-
Sal marina	2	1	2	1	2	1
Pre-mezcla de vitaminas y minerales	0,06	2	0,06	2	0,06	2
Vitamina C	0,01	1	0,01	1	0,01	1
Yuca, harina de tubérculo con cáscara	-	-	140	98	70	31
Sacha inchi, Harina torta	-	-	433	433	-	-
Bore, Harina de hojas	185	116	100	68	140	95
Yuca dulce variedad India , hojas	231	126	128	64	214	107
Yuca brava Variedad Muñeco , hojas	-	-	117	52	-	-
Aceite de soya	20	60	20	60	20	60
Costo dieta por kg		1.227		838		1.247
Maquila		150		150		150
Costo total dieta por kg		1.377		988		1.397

Utilizando estos alimentos balanceados preparados por los mismos pequeños acuicultores, la rentabilidad de la actividad mejora significativamente al reducirse considerablemente los costos del alimento para los peces cultivados.

Finalmente, es importante mencionar que, según lo manifestado por personas que han consumido los peces alimentados con balanceados preparados por los pequeños acuicultores, la carne presenta mejor sabor, suavidad y textura que la carne de peces que han recibido alimento concentrado comercial.

IX. RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

- La selección de las materias primas a utilizar en las dietas debe realizarse con fundamento en su disponibilidad durante la mayor parte del año, así como en sus costos, su accesibilidad y el aporte de nutrientes (proteína principalmente) según la información brindada en la primera sección de esta cartilla.
- Al hacer la recolección de las materias primas, tener cuidado de no mezclarlas con otras, sino mantenerlas separadas y debidamente marcadas para evitar cometer errores en la elaboración del alimento.
- Las cantidades de cada una de las materias primas a utilizar debe corresponder con las dietas formuladas, es decir, el pesaje debe ser bien hecho, a fin de tener una composición adecuada del alimento y así garantizar el buen crecimiento de los peces.
- Es importante adicionar siempre las vitaminas y minerales en el alimento que se va a preparar, puesto que la falta de estos ingredientes puede llevar a inconvenientes nutricionales que se verán reflejados en la disminución de crecimiento, lo cual afectará la rentabilidad del cultivo.
- El alimento preparado no se debe colocar directamente en el suelo; es mejor usar estibas para su almacenamiento, para evitar su deterioro.
- Es recomendable observar las horas de mayor actividad alimentaria de los peces (normalmente, temprano durante la mañana y posteriormente a media tarde), procurando dividir la ración diaria (de conformidad con las tablas de referencia) en un mínimo de dos veces al día, para una mejor eficiencia alimentaria.



- Es muy importante tomar los datos de calidad de agua, consumo diario de alimento, mortalidades y cualquier otra situación que se presente en el cultivo.
- Es indispensable llevar un registro del crecimiento de los peces en relación con la cantidad de alimento realmente consumido cada día, en virtud de que este consumo cambia en función de las condiciones de calidad del agua y del clima (menos consumo con menos temperatura o mayor nubosidad). Este registro permitirá, por un lado, no desperdiciar alimento si los peces no lo están consumiendo y, por otro, poder estimar la eficiencia alimentaria al dividir el total de alimento consumido entre el peso ganado. Este indicador se denomina factor de conversión alimenticia y es mejor mientras más cercano a uno (1) sea.
- Se deben realizar muestreos mensuales para conocer el crecimiento de los peces y poder hacer ajustes al suministro del alimento, si es necesario. Por ello se deben llevar registros que permitirán evaluar la producción y establecer los rendimientos que se obtienen en cada cosecha.
- La alimentación es quizás el factor más importante en la piscicultura, mas no el único, de manera que es importante sembrar la densidad adecuada de organismos en los estanques y garantizar que la calidad del agua sea óptima, evitando con ello estrés innecesario y bajo crecimiento o mortalidad.

ANEXO

Composición proximal de algunas materias primas convencionales y alternativas que pueden utilizarse para la preparación de alimentos artesanales para peces

Nombre común	MATERIA PRIMA		MATERIA SECA %	CENIZAS %	PROTEÍNA %	ENERGÍA Kcal/kg	LÍPIDOS %	FIBRA %	EXTRACTO NO NITROGENADO %	CALCIO %	FÓSFORO %	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
	Nombre científico											
Achioté, semillas	<i>Bixa orellana</i>		88,08	5,3	7	4394,76	4,9	15,4	479	0,01	0,01	https://www.feedipedia.org/node/180
Ahuyama, semilla	<i>Cucurbita maxima</i>		92,9	4,37	32,97	6389	42,13	0,7	12,73	0,04	1,7	INCAP, 2012
Arroz, harina	<i>Oryza sativa</i>		90,1	8	12,4	4762,8	14,4	8,6	42,06	0,1	1,35	Gutiérrez-Espinosa et al, 2016
Banano, harina del fruto inmaduro con cascara	<i>Musa spp.</i>		88,7	4,52	4,44	3618	1,86	3,46	74,42	0,035	0,069	https://www.feedipedia.org/node/663
Banano, harina del fruto maduro sin cascara	<i>Musa spp.</i>		93,3	3,55	4,76	3781	0,56	1,87	82,56	0,02	0,08	https://www.feedipedia.org/node/663
Bejuco peludo (Mojo de turco), harina de hojas	<i>Calopogonium mucunoides</i>		24,87	9,1	26,27	4341	3,27	8,06	55,31	1	0,24	Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Bore, Harina de hojas	<i>Alcassia macrorrhiza</i>		93,2	10,57	18,32	3952,8	2,6	11,5	56,01	0,94	0,31	Gutiérrez-Espinosa et al, 2016
Botón de oro, Hoja	<i>Tithonia diversifolia</i>		17,92	12,72	24,71	4374,5	1,75	3,16	57,66	2,47	0,36	Gutiérrez-Espinosa et al, 2016
Cabeza de camarón, Harina	<i>Litopenaeus vannamei</i>		88	29,3	47,9	4084,26	3,9	10,6	-	11,75	1,07	https://www.feedipedia.org/node/202
Cacao, harina de cascara	<i>Theobroma cacao</i>		90	7,62	7,37	4056,13	1,74	18,5	42,88	0,3	0,35	Gutiérrez-Espinosa et al, 2016
Café, harina de pulpa	<i>Coffea arabica</i>		91,8	8,9	11,3	4108,15	2,3	18,5	59	0,32	0,13	https://www.feedipedia.org/node/549
Café, harina de cascarrilla	<i>Coffea arabica</i>		88,5	6,5	9,4	3763	1,7	3,6	46,6	0,45	0,14	https://www.feedipedia.org/node/550
Carne y hueso, harina (44%)	<i>Bovidae</i>		93,6	28	43,7	4002,4	15,4	1	-	7,8	4	FEDNA, 2019
Carne y hueso, harina (57%)	<i>Bovidae</i>		96	23,6	56,6	4433,9	13,4	1	-	7,1	3,7	FEDNA, 2020
Chontaduro, Fruto	<i>Bacris gasipaes</i>		37,54	14,9	4,04	4190	5,7	1,67	49,76	-	-	Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Coco, harina de pulpa	<i>Cocos nucifera</i>		50,7	2,5	8,6	7666,95	66,2	3,7	19	0,03	0,26	https://www.feedipedia.org/node/46
Copaazu, Pulpa	<i>Theobroma grandiflorum</i>		10,8	16,23	5,96	4836	14,2	5,01	60,38	-	-	Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Guandul, harina semilla (frijol)	<i>Cajanus cajan</i>		87,3	3,3	20,3	4705,26	1,7	35,2	39,5	0,15	0,33	https://www.feedipedia.org/node/Z2444
Guáximo, harina de hoja	<i>Guazuma ulmifolia</i>		30,47	10,88	15,56	4025	2,17	28,6	42,79	-	-	Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Guayaba, fruto	<i>Psidium guajava</i>		95,1	2,97	6,19	4280,99	1,23	13,86	65,7	0,002	0,004	Gutiérrez-Espinosa et al, 2016

Continúa



Viene e...

Composición proximal de algunas materias primas convencionales y alternativas que pueden utilizarse para la preparación de alimentos artesanales para peces

MATERIA PRIMA		MATERIA SECA %	CENIZAS %	PROTEÍNA %	ENERGÍA Kcal/kg	LÍPIDOS %	FIBRA %	EXTRACTO NITROGENADO %	CALCIO %	FÓSFORO %	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Nombre Común	Nombre científico										
Lemna alta proteína, harina de follaje	<i>Lemna perpusilla</i>	80,2	18,9	2,78	4084,26	4	131	36,2	2,3	0,52	https://www.feedipedia.org/node/15306
Lemna media proteína, harina de follaje	<i>Lemna minor</i>	93,59	20,63	10,41	319	3,57	1703	48,47	1,5	0,2	Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Lombriz de tierra, harina	<i>Eisenia foetida</i>	90,8	9,4	61	5111,3	8,6	3,2	17,8	0,54	1,02	https://www.feedipedia.org/node/1665
Macambo, fruto	<i>Theobroma bicolor</i>	15,9	6,69	16,65	5124	4,12	10,95	45,7			Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Maíz, harina grano	<i>Zea mays</i>	87,8	4,3	8,5	4525,5	3,9	1,7	7,3	0,035	0,39	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016
Mango, harina almendra de la semilla	<i>Mangifera indica L.</i>	90,7	2,4	7	4681	9,7	3,7	77,1			Munguti et al., 2006
Mango, harina de pulpa	<i>Mangifera indica L.</i>	90	3,3	4,2	4251,46	2,4	6,9	83,2	0,19	0,11	https://www.feedipedia.org/node/1616
Maní forrajero, harina	<i>Arachis pintoi</i>	17,21	14,16	26,52	4075,89	1,87			1,05	0,18	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016
Matarraón, harina de hojas	<i>Girardinia sepium</i>	33,22	7,57	21,85	4665,03	1,04	18	51,54	0,7	0,21	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016
Morichi (Mirichí), hojas	<i>Mauritia flexuosa</i>	20,35	4,8	11,2	-	3,71	19,54	60,83			Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Moringa, harina de hojas	<i>Moringa oleifera</i>	94,2	10,9	25,4	4683,7	9	21,55	34,38	2,3	0,2	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016
Ñame, harina de raíz	<i>Dioscorea spp</i>	87,81	4,3	5,9	4084,26	0,5	2,4	86,9	-	-	https://www.feedipedia.org/node/1943
Palmiste, Torta	<i>Elaeis guineensis</i>	91,9	3,8	16,3	4580	3,6	21,6	54	0,33	0,59	Vásquez-Torres et al., 2010
Plátano, Harina de hojas	<i>Musa paradisiaca</i>	83,1	17,24	11,47	4736,23	3,17	27,9	40,22	0,75	0,24	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016
Quebra barrigo, harina de hojas	<i>Trichanthera gigantea</i>	17,92	98,3	23,64	3877,56	1,4	8,06	44,86	1,73	0,23	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016
Sacha inchi, harina torta	<i>Plukenetia volubilis</i>	92,75	5,19	51,23	5170,2	4,84	4,79	26,5	0,35	0,44	Hurtado, 2013
Sorgo, harina	<i>Sorghum vulgare</i>	89,4	1,26	9,55	4340,42	3,34	2	74,3	0,03	0,28	Meta, 2017
Soya integral, harina	<i>Glycine max</i>	86,3	5,8	34,4	5745,4	19,8					Vásquez-Torres et al., 2010
Soya, harina torta	<i>Glycine max</i>	91,1	6,13	46,5	4185	2,85	4,29	31,33	0,35	0,59	Gutiérrez-Espinoza et al, 2016

Continúa

Composición proximal de algunas materias primas convencionales y alternativas que pueden utilizarse para la preparación de alimentos artesanales para peces

MATERIA PRIMA		MATERIA SECA %	CENIZAS %	PROTEÍNA %	ENERGIA Kcal/kg	LÍPIDOS %	FIBRA %	EXTRACTO NO NITROGENADO %	CALCIO %	FÓSFORO %	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Nombre Común	Nombre científico										
Trigo, harina	<i>Triticum aestivum</i>	88,8	5,2	16,4	3829,8	3,5	9,2	53,7	0,15	1,1	Mata, 2017
Yuca brava variedad Grillo, hojas	<i>Manihot esculenta</i>	20,35	5,4	22,7	4975	2,73	11,09	37,72			Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Yuca brava Variedad Muñeco, hojas	<i>Manihot esculenta</i>	23,91	4,14	25,47	4975	2,97	10,92	32,59			Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Yuca dulce variedad India, hojas	<i>Manihot esculenta</i>	19,87	5,11	25,32	4953	3,57	12,9	33,22			Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Yuca dulce variedad Pony, hojas	<i>Manihot esculenta</i>	23,47	4,77	28,63	4953	3,32	14,58	25,23			Análisis realizados en Laboratorio 2019-2020.
Yuca dulce, harina de hojas	<i>Manihot esculenta</i>	85,1	3,6	29,13	4756,23	1,45	11,6	41,7	1,7	0,24	Gutiérrez-Espinosa et al, 2016
Yuca, harina de raíz con cáscara	<i>Manihot esculenta</i>	86,1	3,6	5,4	4190,3	1,3	2,1	87,6	0,08	0,01	Vásquez-Torres et al., 2010
Yuca, harina de raíz sin cáscara	<i>Manihot esculenta</i>	90,4	3,2	2,9	3665	0,85	1,8	81,65	0,09	0,03	Mata, 2017



Referencias bibliográficas

- Amaya, E.A., Davis, D.A., Rouse, D.B. (2007). Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture* 262, 393-401.
- AUNAP-MADR (2014). Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible (Plandas).
- Arroyabe M.P. (2004). La lenteja de agua (*Lemna minor L.*): una planta acuática promisoría. *Revista EIA*. ISSN 1794-1237. 1: 33-38.
- Arias G, JC, LA Ramos, F José H, LE Acosta M, HA Camacho & ZY Marín G. (2004). Diversidad de yucas entre los Ticuna: Riqueza cultural y genética de un producto tradicional. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi. Bogotá. 32 p.
- Barragán, H; Murillo, I; Perea, E; Méndez; I; Jairol, J. (2010). Taxonomía y funcionalidad del género *Bauhinia*. *Revista Tumbaga* 5: 119-134.
- Blasco López, G., & Gómez Montaña, F. J. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). *Rev. Med. UV*, 22-26 p.
- Cardozo Vargas, J. V. (2013). El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Monografía especialización. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Castro, A.M. 2013. El árbol moringa (*Moringa oleifera Lam.*): una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia. Trabajo de grado Especialización. Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. 18 p.
- Conabio (2012). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de Conabio: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles.
- Corpoica. (1995). El bore. Gustavo Basto Gómez. Santa Fe de Bogotá, D. C. Colombia. 34p. DANE. 2016. Boletín mensual. Insumos y factores agropecuarios asociados a la producción agropecuaria N.º 46. Abril. 1-10 p.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M. I., Weigend, M. (2011). Hoja botánica: Cacao. *Mus. His. Nat. U. Nacional Mayor de San Marcos*, 20 p.
- FAO (2013). Diagnóstico de la acuicultura de recursos limitados (AREL) y de la acuicultura de la micro y pequeña empresa (Amype) en América Latina. Roma. 26 p. FAO (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.
- Fedna (2019). Tablas Fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos Madrid. <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>.

- Francis, John K.; Lowe, Carol A., eds. Trabanino, Salvador, traductor. 2000. Bioecología de arbóreas nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias occidentales. Gen. Tech. Rep. IITF-15. Río Piedras, Puerto Rico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 582 p.
- García, M. A. (2002). Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. Arce, La Libertad: Centa, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Giraldo Toro, Andrés (2006). Estudio de la obtención de harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) para consumo humano. Tesis (ingeniero agroindustrial). Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agroindustrial, Popayán, CO. 96 p.
- Gómez, M. L. (2010). Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia, un paso hacia su conservación (Vol. 1). Medellín, Colombia: Corantioquia, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- Gómez M E y Murgueitio E (1991). Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 3, Article #26.
- Gómez, M. E., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C. I., Méndez, M., Molina, C., . . . Molina, J. (2002). *Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica*. Cali, Valle, Colombia: IPA, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
- González-Castillo, J., Hahn von-Hessberg, C., Narváez-Solarte, W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18(2), 45-58 p.
- Gutiérrez-Espinosa M.C.; Vásquez-Torres, W. (2008). Digestibilidad de Glicine max L, soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. *Revista Orinoquía*. ISSN: 0121-3709. 12(2):141-148.
- Gutiérrez-Espinosa, M.C. Murillo, R, Merino, C, Flores, A., Barajas, K., Morales, K. (2016)a Catálogo materias primas alternativas como insumos potenciales para la elaboración de alimentos para acuicultura. Proyecto Tcp/Rla/3504 Alimentos alternativos Arel. FAO-Unillanos-Aunap. ISBN 978-958-8927-24-4. p. 20.
- Gutiérrez-Espinosa, M.C. Murillo, R, Merino, C, Flores, A. (2016)b. Catálogo dietas piscícolas artesanales de bajo costo convalidadas con productores de recursos limitados. Proyecto Tcp/Rla/3504 Alimentos Alternativos Arel. FAO-Unillanos-Aunap. ISBN 978-958-8927-22-0. p. 20.
- Hahn-von-Hessberg, Christine M, Grajales-Quintero, Alberto, & Narváez-Solarte, William. (2016). Coeficiente de digestibilidad aparente de plantas forrajeras comunes en zona andina para alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Información tecnológica*, 27(4), 63-72. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000400007>.
- Hurtado, Z. (2013). Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia. Tesis Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Colombia.



- Incap - Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (2012). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. 2.ª edición. Ed. Menchú MT, Méndez H. 137 p.
- INTA Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (2017). Manual del cultivo de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) /Édgar Aguilar Brenes [et al.]. - San José, Costa Rica. 91 p.
- MADR, 2020. Cifras de la acuicultura en el año 2019.
- Manríquez-Mendoza LY, López-Ortiz S, Pérez-Hernández P, Ortega-Jiménez E, Lopez-Tecpoyotl Z, Villarrue-Fuentes M. (2011) *Agronomic and forage characteristics of Guazuma ulmifolia Lam.* Trop. subtrop. agroecosyst 14(2):453-463
- Mora-Parra, F. (2015). Caracterización del bore (*Alocasia macrorrhiza*) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 1: 95-106
- Mata Arias L. (2017). Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales. 2.ª ed. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de Agroalimentarias, Centro de Investigaciones en Nutrición Animal.
- Melgarejo, L.M, Hernández, M.S., Barrera, J.A., Carrillo, M. (2006). *Theobroma*. Oferta y potencialities de un banco de germoplasma del género *Theobroma* en el enriquecimiento de los sistemas productivos de la región amazónica. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi, Universidad Nacional de Colombia.
- Miranda, D; Fischer, G; Carranza, C; Magnitskiy,S; Casierra, F; Piedrahíta, W; Flórez, L. (2009). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba © Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, primera edición. 359 p. Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-98678-2-2.
- Morton, JF (1992). The Ocean-Going Noni, or Indian Mulberry (*Morinda citrifolia, Rubiaceae*) and Some of its "Colorful" Relatives. *Economic Botony* (Nueva York) 46 (3): 241-256.
- Munguti, J. M., Liti, D. M., Waidbacher, H., Straif, M., Zollitsch, W. (2006). Proximate composition of selected potential feedstuffs for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) production in Kenya. *Die Bodenkultur* 57(3):131-141.
- Olvera-Novoa, M. A. y L. Olivera-Castillo (2000). Potencialidad del uso de las leguminosas como fuente proteica en alimentos para peces. pp. 327-348 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) *Avances en nutrición acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.
- Pérez Y, González R, Méndez Y, Ramírez JL. 2014. Inclusión de la harina de Lemna perpusilla para alimentar alevines *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*. *Rev Electron Vet*15(5):1-10.
- Pérez-Arbeláez, E. (1978). *Plantas útiles de Colombia*. Tercera edición. Litografía Arco. Bogotá. 864 p.

- Rincón A. (1999). Maní forrajero (*Archis ponto*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción Agropecuaria. Información Técnica. Corpoica. Año 3 Número 24.
- Ríos C I y Salazar A (1995). Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico (primera parte). Livestock Research for Rural Development. Volume 6, Article # 25.
- Ríos, C.I. 2001. Guía para el cultivo y aprovechamiento del nacedero, naranjillo o cajeto *Trichanthera gigantea* (Humboldt & Bonpland) Nees. Convenio Andrés Bello, Bogotá. Serie Ciencia y Tecnología, N.º 97. Bogotá, D. C. 52 p.
- Rodríguez, D. (2020). Nutrición y alimentación en acuicultura. En *Fundamentos de acuicultura Continental*. Tercera edición, tomo I. Ed: Daza, P., Landines, M. Aunap. Bogotá. 45-87.
- Rook, E. (2002). Flora, fauna, earth and sky. The natural history of the northwoods. Available from: <http://www.rook.org/earl/bwca/nature/aquatics/lemna.html>.
- Smith, S. J.; Wolfe-Murphy, S. A. (1991). "Ceratophyllum submersum L. Soft Hornwort, a Species New to Ireland". The Irish Naturalists' Journal. 23 (9): 374-376.
- Solorio, F; Solorio B. (2008). Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*. Fundación Produce. Michoacán. 48 p.
- Suárez S, Franco A, Rubio U, Ramirez P, Pizarro E, Toledo J. (1985). *Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná Caldas*. Cenicafé 36(2):51-63.
- Tacón, A. (1995). Ictiopatología nutricional. Signos morfológicos de la carencia y toxicidad de los nutrientes en los peces cultivados. FAO Documento técnico de pesca 330. Roma. 77 p.
- Vásquez-Torres, W., Yossa, M., Hernández, G., Gutiérrez-Espinosa, M.C. (2010). Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis* sp). *Rev. Colomb. Cien. Pecu.* 23:207-2016.
- Wunderlin, R. (1983). Revision of the arborescent baubinias (Fabaceae: Caesalpinioideae: Cercideae) native to middle America. *Ann. Missouri Botanical. Garden.* 70: 95-127.
- Zapata, A, Vargas, J. (2014). Botón de oro: Manual para su establecimiento em sistemas ganaderos. Universidad de Caldas. Alcaldía de Manizales. Unidad de Desarrollo Rural. 27 p.
- Zárate, S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *glabrata* (Rose). *Phytologia* 63(4): 304-306.

Diseño, diagramación y corrección



www.imprenta.gov.co
Carrera 66 No. 24-19, Ciudad Salitre
PBX: (057) 457 8000
Bogotá, D. C., Colombia

 @ImprentaNalCol  /ImprentaNalCol

