UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TÍTULO BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

Caracterización nutricional de frutos consumidos por animales silvestres en bosques secos.

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: Tacuri Rojas, Christian Andrés

DIRECTOR: Jara Guerrero, Andrea Katherine, Ing

LOJA – ECUADOR

2016

Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniera.
Andrea Katherine Jara Guerrero
DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

Que el presente trabajo, denominado: “Caracterización nutricional de frutos consumidos por animales silvestres en bosques secos" realizado por el profesional en formación: Christian Andrés Tacuri Rojas.; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, julio 2016

f) …….

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Christian Andrés Tacuri Rojas declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Caracterización nutricional de frutos consumidos por animales silvestres en bosques secos, de la Titulación de Bioquímica y Farmacia, siendo Andrea Katherine Jara Guerrero directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor: Christian Andrés Tacuri Rojas
Cédula 1103987416

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mi Abuelito Elías, que fue la fuerza para seguir adelante en la construcción de mi vida tanto personal como profesional, y sé que desde el cielo me seguirá guiando por el camino correcto. De igual manera a mi Abuelita que con su amor y cuidado me da inspiración para seguir mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios que es mi fuente de vida que me ha permitido llegar a este momento y me dio la fe para creer lo que me parecía imposible terminar.

A mis amados Padres que sin ellos no hubiera sido posible este logro. A mi hermana que me ayudo en los momentos que más la necesite. Y a mi novia quien ha sido mi mano derecha en todo mí caminar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS iii
DEDICATORIA iv
AGRADECIMIENTO v
ÍNDICE DE CONTENIDOS vi
RESUMEN 1
ABSTRACT 2
INTRODUCCIÓN 3
CAPÍTULO I 6
BASES ECOLÓGICAS 6
1.1. Características principales de los bosques secos 7
CAPÍTULO II NUTRICIÓN 8
2.1. Proteínas. 9
2.2. Valoración Proteica. 10
2.3. Humedad. 11
2.4. Grasas 11
2.5. Minerales 12
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS. 13
3.1. Localización 14
3.2. Equipos y reactivos 15
3.2.1. Análisis de proteínas 15
3.2.2. Análisis de grasas 15
3.2.3. Análisis de cenizas 15
3.3. Procedimiento 15
CAPITULO IV RESULTADOS 18
DISCUSIÓN 20
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 22
CONCLUSIONES 23
RECOMENDACIONES 24
BIBLIOGRAFÍA 25
ANEXOS 28

RESUMEN

En este estudio se estimó la composición de nutrientes de frutos de diferentes especies de bosques secos e identificamos los frutos que pueden satisfacer las necesidades nutricionales de la fauna, mediante análisis proximales al alimento; examinando sus propiedades químicas o nutritivas similares, en tres estudios: proteínas, grasas y cenizas, Los frutos estudiados en el presente trabajo se lo realizó con diferentes especies tomadas de las Reservas ecológicas de la provincia de Loja y de El Oro. Los resultados demuestran que la variable de proteínas representó el valor más alto en las especies tanto de tipo carnoso como secos, obteniendo una especie de tipo seco (*Piptadenia flava*) con un porcentaje de 6,689 ± 0,188 el mayor valor en este análisis y una especie de tipo carnoso (*Malpighia emarginata*) con un porcentaje de 2,607 ± 1,654 el menor valor. Los estudios de cenizas tuvieron un segundo valor representativo, igual en una variedad de tipo seco, dejando a la variable de grasa con muy poco porcentaje y de poco importancia en lo que tiene que ver con las necesidades nutricionales de los animales.

PALABRAS CLAVES: composición de nutrientes, necesidades nutricionales, análisis proximales, proteínas, grasas, cenizas, especies, seco, carnoso, *Piptadenia flava*, *Malpighia emarginata.*

ABSTRACT

IIn this study the nutrient composition of fruits of different species of dry forests was estimated and identify the fruits that can meet the nutritional needs of animals through proximal analysis to food; examining their chemical properties or similar nutrients, in three studies. protein, fat and ash, the fruits studied in this paper was made with different species taken from the ecological reserves of the province of Loja and El Oro The results show that variable protein represented the highest value on species both beefy guy like dry, obtaining a kind of dry type (Piptadenia flava) with a rate of 6,689 + 0.188 the highest value in this analysis and some kind of fleshy type (Malpighia emarginata) with a percentage of 2,607 + 1,654 the lower value. Studies of ash had a second representative, equal value in a variety of dry type, leaving variable with very little fat percentage and little importance in what has to do with the nutritional needs of animals

.

KEYWORDS: nutrient composition, nutritional needs, proximal analysis, protein, fat, ash, species, dry, fleshy, Piptadenia flava, Malpighia emarginata.

INTRODUCCIÓN

Los bosques estacionalmente secos de Ecuador forman parte de la región biogeográfica Tumbesina, una de las zonas de endemismo más importantes del mundo (Best & Kessler 1995). En estos ecosistemas las plantas y los animales han evolucionado para resistir largas temporadas de sequía, que pueden durar hasta ocho meses. En este sentido, una de las características más conspicuas de la vegetación es la pérdida de hojas de los árboles, como una estrategia para evitar el estrés hídrico. Pese las condiciones extremas se pueden encontrar muchas especies de plantas con fruto carnoso, que sirven de alimento para la fauna silvestre, principalmente durante la estación lluviosa (Jara-Guerrero et al. 2011). Por otro lado, durante la estación seca se puede encontrar una gran cantidad de frutos secos, entre ellos legumbres, las cuales pueden ser un recurso importante para algunos animales que dependen principalmente del follaje para su alimentación. Estudios previos han demostrado que mamíferos como el zorro (*Lycalopex sechurae*), una especie endémica de los bosques secos tumbesinos, se alimenta de frutos de varias especies leñosas en el norte de Perú (Cossíos 2005). Así mismo, algunos estudios señalan que los ungulados que habitan los bosques secos incluyen en su dieta frutos de diferentes especies (González-Espinosa y Quintana-Ascencio 1986, Mandujano et al. 1997). En un estudio realizado en la Reserva Ecológica Arenillas, al suroccidente de Ecuador, se registró el consumo de frutos de ocho especies por parte del venado (*Odocoileus peruvianus*), incluyendo seis especies de legumbres (Jara-Guerrero 2015).

Desafortunadamente no existe información suficiente acerca del rol potencial nutricional de los frutos para la fauna silvestre de los bosques estacionalmente secos que permita analizar la variación en la disponibilidad de nutrientes en el tiempo. Este tipo de información es muy importante al momento de evaluar recursos clave dentro de un ecosistema.

Tradicionalmente se ha empleado terminología variada para describir la utilidad de un alimento, como: valor nutritivo o nutricio, o calidad del alimento. Sin embargo debe ser claramente señalado que los valores así referidos son únicamente predicciones del potencial nutricional de un alimento. El valor nutricional puede ser estimado a partir de su composición química, el consumo voluntario potencial, la tasa y potencial de digestión y absorción de los nutrimentos a partir de la eficiencia de utilización de nutrientes específicos.

El sistema más antiguo para determinar el contenido de los alimentos es la metodología de Weende desarrollada en el siglo 19 en Alemania, la cual es generalmente conocida como análisis proximal o análisis inmediato del alimento. Este análisis consiste en seis

componentes de propiedades químicas o nutritivas similares las cuales son agrupadas en las siguientes determinaciones: Materia seca, Proteína cruda, Extracto etéreo, ceniza, Fibra cruda, y Extracto libre de nitrógeno.

El fin del análisis proximal es la descripción rutinaria de los alimentos para ganado, y aunque desde el punto de vista nutricional presenta muchas fallas, todavía se utiliza ampliamente.

Por ello se recomienda que se analicen solo aquellos alimentos que tienen mayor impacto sobre el costo de ración o el posible comportamiento productivo del animal.

Todos los alimentos contienen cierto nivel de agua, desde los alimentos suculentos con un contenido de 70 a 85%, hasta aquellos alimentos secos como henos, pajas y granos que contienen de 7 a 12% de agua. La importancia de la determinación del contenido del contenido de agua o humedad radica en el efecto de dilución del agua sobre los nutrientes remanentes en el alimento cuando se reporta en base seca. Por lo tanto la concentración de cualquier nutrimento en base seca siempre será mayor que en base húmeda (Ayala et al., 2006). La proteína cruda también llamada proteína verdadera, se la realiza mediante el análisis de determinación del contenido de nitrógeno de un alimento. Desde el punto de vista nutricional la información reportada como proteína cruda es válida para los rumiantes ya que estos son capaces de emplear de manera relativa y eficiente casi todas las formas de nitrógeno, aunque no es el caso para animales monogástricos.

Los minerales también son parte importante de la dieta animal. Estos componentes se analizan a través del contenido de cenizas de un alimento, el cual normalmente es menor al 10% de la materia seca. Sin embargo, este análisis no proporciona información sobre minerales individuales como Calcio y Fosforo, los cuales requieren ser analizados por separado.

Las grasas representan una forma concentrada de energía, es por ello que el análisis pretende cuantificar el valor de los carbohidratos. En rumiantes las grasas no son fermentadas en el rumen por lo cual el valor energético de un alimento a nivel ruminal será proporcionalmente menor a su contenido (Ayala et al., 2006).

La información sobre la composición nutricional de los frutos de especies nativas de bosque seco es escasa, es por eso que el propósito de este proyecto es aportar al conocimiento del potencial nutricional de frutos silvestres de los bosques secos tropicales, para cual se pretende evaluar la composición de nutrientes de frutos de diferentes especies e identificar

los frutos que pueden satisfacer las necesidades nutricionales de la fauna silvestre. Para ello se plantean dos objetivos; i) estimar la composición de nutrientes de frutos de diferentes especies de bosques secos e ii) identificar los frutos que pueden satisfacer las necesidades nutricionales de la fauna.

CAPÍTULO I
BASES ECOLÓGICAS

1.1. Características principales de los bosques secos.

El bosque seco, también conocido como bosque xerófilo o selva seca, es un amplio ecosistema con una densa vegetación arbolada que alterna entre climas lluviosos y climas secos. También son conocidos como bosques secos tropicales y es uno de los catorce biomas en los que se clasifican las ecorregiones del planeta Tierra. (http://www.ecologiahoy.com/, 2013). Estos bosques son considerados como una prioridad mundial para la conservación de la biodiversidad, debido al alto grado de endemismo de especies animales y vegetales (Mendoza Bermúdez J. L., 2011).

Los bosques secos tienen un clima cálido durante casi todo el año y las temperaturas suelen rondar los 25 y 30 ºC (http://www.ecologiahoy.com/, 2013). Las lluvias son un poco abundantes durante el invierno, pero durante el resto del año casi no se registran grandes precipitaciones (http://www.ecologiahoy.com/, 2013). La mayor parte del año la evapotranspiración excede a la precipitación, marcando un efecto sobre la vegetación (Mendoza Bermúdez J. , 2011).

La característica principal de este tipo de bosques es la caída de sus hojas en el verano, las condiciones de crecimiento son más lentas por la precipitación y tiene un dosel entre 10-30 metros (Mendoza Bermúdez J. , 2011).

Los árboles tienen una corteza más gruesa y más rugosa; raíces más profundas, hojas mucho más variables, incluyendo muchas leguminosas de hojas compuestas; y muchas especies poseen espinas y espolones.

1.2. Bosques secos del Ecuador.

En el Ecuador se encuentran bosques secos a lo largo de la costa o litoral, en particular hacia el Sur y en valles interandinos de la sierra ubicados desde 1.000-2.600 m. Con respecto a la vegetación de la costa, Cerón et al. (1999) reconocieron a las subregiones sur, centro y norte. El sur abarca las partes bajas de las provincias de El Oro y Loja incluyendo los cantones de Macará y Zapotillo. Los bosques de esta zona son considerados como la continuación de formaciones áridas y semiáridas del N de Perú. El centro abarca otros bosques secos donde se realizaron estudios etnobotánicos: La Isla de Puna, la Reserva Ecológica Manglares-Churute y Cerro Blanco en Guayas, mientras que en Manabí: Parque Nacional Machalilla. Respecto a los valles secos interandinos, Valencia et al. (1999) reconocieron a las subregiones centro/N y S, donde están incluidos los valles de Loja (Sánchez, Peter Kvis, & Aguirre, 2006)

CAPÍTULO II
NUTRICIÓN

La nutrición es la ciencia que estudia el conjunto de procesos mediante los cuales el organismo utiliza los distintos componentes (nutrientes) de los alimentos para el desarrollo y mantenimiento de las estructuras corporales y la regulación de procesos metabólicos.

A mediados del siglo XIX Liebig sistematizó la alimentación desde el punto de vista de los constituyentes químicos de los alimentos, diferenciando entre elementos plásticos (proteínas) y respiratorios (grasas y carbohidratos). Un paso decisivo en la caracterización de los alimentos fue la estandarización de un método de análisis, también a mediados del siglo XIX, por Henneberg y Stohmann (Estación experimental Weende, Alemania), que, con algunas modificaciones, aún se aplica rutinariamente hoy en día, estudiando el contenido de los alimentos en agua, minerales, grasas, proteínas, carbohidratos digestibles y fibras.

Conocer el valor nutritivo de un alimento es uno de los aspectos más complicados el racionamiento animal. Para conocer el valor nutritivo real de los alimentos que estamos utilizando en nuestra investigación la mejor forma de averiguarlo es mediante un análisis químico de los productos obtenidos (Pérez et al . 2010).

Entre los principales componentes de la dieta de los animales, como requisitos está la energía para mantener todas sus actividades vitales y productivas, la cual obtienen mediante una combustión controlada de aquellas materias orgánicas procedentes del alimento (glúcidos, lípidos y prótidos). Las proteínas y aminoácidos son necesarias para la formación y renovación de la mayoría de los componentes plásticos del organismo así como de aquellas sustancias con estructura proteica que intervienen en el metabolismo. Los minerales, formadores de tejido de sostén y presentes en solución en todos los fluidos corporales y en muchas reacciones bioquímicas, son nutrientes tan necesarios como los anteriores. Se tratará de unas necesidades mínimas de fibra, elemento básico de la dieta de los rumiantes, y que actúa como instigador de los procesos digestivos en el tracto digestivo de los monogástricos. Por último se hablará de unas necesidades de ingestiones mínimas y máximas, ya que al animal hay que aportar una dieta que satisfaga su apetito y que no sobrepase su capacidad de ingestión (Caravaca 2011).

2.1. Proteínas.

Las proteínas son los mayores constituyentes del cuerpo animal, constituyentes de las células y sus actividades, enzimas, hormonas, lipoproteínas, anticuerpos, factores de la coagulación sanguínea y ayudadoras en el sistema de transporte activo. Están compuestas por aminoácidos, que algunos se sintetizan en el cuerpo o deben ser ingeridos a través de

los alimentos en la dieta. El más importante es la Arginina, ya que la falta de esta induce a la desnutrición en cualquier animal. La estimación de los requerimientos proteicos para mantenimiento y producción son más difíciles de obtener que los estimados de requerimientos de energía, porque la proteína de la dieta puede depender de la composición de los aminoácidos, la proporción de proteína en relación a la energía utilizable dentro de la dieta y la cantidad total de alimento consumido; además, los aminoácidos pueden ser desaminados y usados como una fuente de energía cuando la energía dietaría es insuficiente. De esta manera los estimativos sobre los requerimientos de proteína fuera de condiciones de energía y otros nutrientes dietarios son de pequeño valor (Veterinaria, 2016).

Las proteínas son compuestos que intervienen en los procesos reproductivos, formados por aminoácidos, que contienen carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno (CHONS). Los cuales tienen funciones de formación, mantenimiento y recuperación de tejidos; además, participan en la síntesis de múltiples compuestos como hormonas, anticuerpos, membranas fetales, leche, carne y huevo (Perez ,et al. 2010). Las proteínas ocupan un lugar de máxima importancia entre las moléculas constituyentes de los seres vivos (biomoléculas). Prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la presencia o la actividad de este tipo de moléculas (Perez et al. 2010). La carencia de proteínas está acompañada de la deficiencia de calorías. En sus primeras fases las alteraciones orgánicas no son intensas, pero a medida que se prolongan, el cuadro se agrava. En los animales jóvenes disminuye el consumo de alimento y se presenta pérdida de peso y retraso del crecimiento y la madurez sexual. En los adultos se limitan las capacidades productivas y reproductivas. Como el organismo es incapaz de almacenar las proteínas, el exceso de proteínas es digerido y convertido en azúcares o ácidos grasos. El hígado retira el nitrógeno de los aminoácidos, una manera de que éstos pueden ser consumidos como combustible, y el nitrógeno es incorporado en la urea, la sustancia que es excretada por los riñones (Gonzalez 2008).

2.2. Valoración Proteica.

El clásico ensayo para medir concentración de proteínas en alimentos es el método de Kjeldahl. Este ensayo determina el nitrógeno total en una muestra. El único componente de la mayoría de los alimentos el cual contiene nitrógeno son las proteínas (las grasas, los carbohidratos y la fibra dietética no contienen nitrógeno). Si la cantidad de nitrógeno es multiplicada por un factor dependiente del tipo de proteína esperada en el alimento, la cantidad total de proteínas puede ser determinada. En las etiquetas de los alimentos, la proteína es expresada como el nitrógeno multiplicado por 6,25, porque el contenido de nitrógeno promedio de las proteínas es de aproximadamente 16%. El método de Kjeldahl es

usado porque es el método que la AOAC International ha adoptado y por lo tanto es usado por varias agencias alimentarias alrededor del mundo (Perez et al . 2010).

La proteína se mide por gramos de proteína por kg de alimento. Se distinguen dos tipos de proteína, la proteína bruta (PB) que es la que se obtiene por análisis químico y la proteína digestible, que es aquella fracción de proteína del alimento que el animal utiliza. En valoración de mono gástrico se utiliza el porcentaje de PB por kilogramo de alimento, mientras en rumiantes se utilizará distintos tipos de proteína digestible.

De estas proteínas nos va a interesar el grado de aprovechamiento que de ellas hagan los animales y la cantidad de aminoácidos y el tipo que de éstos contenga. En rumiantes, el contenido en aminoácidos de las proteínas no nos interesa mucho, pues estas proteínas se transforman en otras de mayor calidad en los procesos que se realizan en la panza. Sin embargo, en mono gástricos, existen una serie de aminoácidos que denominamos esenciales, que deben necesariamente estar presentes en la proteína que el animal consuma (Perez et al. 2010).

2.3. Humedad.

Durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias como indica Cockerell *et al.*, 1971. El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo (Manual de Técnicas, 1993). El contenido de agua en los alimentos, además de dificultar su almacenamiento (desarrollo fúngico, bacteriano, etc.), determina su valor nutritivo. Debido a que el valor nutritivo de un alimento depende en buena medida de su contenido en materia seca, el contenido en nutrientes de los alimentos (al menos de los alimentos con un alto contenido en humedad, p.e. los forrajes verdes) se suele expresar como porcentaje de su materia seca.

2.4. Grasas.

Las grasas y aceites son consideradas como una noble fuente de energía en estos tipos de frutos. La diferencia de estos es básicamente su composición, mientras los aceites son ricos en ácido linolenico las grasas son ricas en ácidos grasos saturados.

Las grasas y los aceites son agregados para incrementar el contenido energético de la ración, disminuir la pulverulencia y favorecer la palatabilidad (Parsi et al. 2001).

Las grasas y aceites constituyen una fuente concentrada de energía, que se utilizan para incrementar la densidad energética de la ración, y en zonas calientes para disminuir el calor metabólico. En monograstricos, los factores que determinan el valor energético son: el contenido de energía bruta, el porcentaje de triglicéridos vs ácidos grasos libres, el grado de instauración de los ácidos gástricos y la longitud de la cadena de los mismos (Barragán, 2008).

2.5. Minerales.

Los minerales fundamentalmente se presentan en forma de sales tanto orgánicas como inorgánicas y representan una fracción que va desde el 1,5 al 5% de la composición química de los alimentos que se utilizan normalmente. Todo lo que sea un porcentaje mayor de esta cifra significará una pérdida del valor nutritivo. Los animales los utilizan básicamente como componentes principales de los tejidos de sostén (huesos) y como electrolitos del metabolismo celular (Caravaca, 1993).

La composición orgánica de frutos silvestres, sugiere en su mayoría que está compuesta por proteínas, carbohidratos, grasas, aceites y minerales entre los que el calcio, potasio, sodio y fosforo sobresalen en frutos maduros. La estimación de esto tiene mucho que ver con la concentración de los componentes antes mencionados con un rango de 15% a 60% por cada uno.

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Localización.

La colección de frutos se realizó en los bosques secos del Suroccidente de Ecuador, específicamente en la Reserva Ecológica Arenillas, provincia de El Oro, y Zapotillo, provincia de Loja. Estos bosques forman parte de la región biogeográfica Tumbesina, una de las zonas de endemismo más importantes del mundo (Best & Kessler 1995). La temperatura y la precipitación media anual en estos bosques varían entre 20–26°C y 300–700 mm/año respectivamente (Aguirre & Kvist 2005), con dos periodos diferenciados: uno seco de mayo a noviembre y otro lluvioso de diciembre a abril.

La Reserva Ecológica Arenillas (REA) pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Posee una extensión de 13170 Has., en un rango altitudinal que va desde los 0 hasta los 300 m s.n.m. Dentro de la REA, la colección de frutos se realizó específicamente en el sector de Pintag Nuevo.

Figura 1. Mapa de ubicación de la Reserva Ecológica Arenillas (REA). (CUYABENO LODGE, 2013)

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA REA:

Latitud: 3º 32,6’ S

Longitud: 80º 08,1’ O

ALTURA: 31 m s.n.m.

TEMPERATURA: 23,5º C - 26,9º C

PRECIPITACION: 625 mm^3 anuales.

EXTENSIÓN: Posee 13170 Has. A lo largo del Cantón Arenillas. Se encuentra atravesado por la vía Panamericana Sur. Está considerada dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) con el número 13.

3.2. Equipos y reactivos.

3.2.1. Análisis de proteínas.

Los equipos y reactivos utilizados son: balanza analítica (Precisa, mod. XT220A), destilador (Buchi, Scrubber B-414), digestor (BuchiDigestSystem K-437), campana extractora, ácido bórico al 2% (Panreac, España), ácido clorhídrico 0.1N, ácido sulfúrico densidad 1,84 g/cm3, pastilla Kjeldahl, hidróxido de sodio.

3.2.2. Análisis de grasas.

Los equipos utilizados son: balanza analítica (Precisa, mod. XT220A), Eter de petróleo, matraz de extracción, plancha eléctrica de calentamiento, equipo Soxhlet, cartucho de extracción, algodón, campana extractora.

3.2.3. Análisis de cenizas.

Los equipos que utilizamos fueron: Crisol de platino o de otro material inalterable a las condiciones del ensayo, de fondo plano, con diámetro de 35 mm y altura de 45 mm. Mufla, con regulador de temperatura, ajustada a 600° ± 2°C. Desecador, con gel de sílice u otro deshidratante adecuado. Pinza para la cápsula, Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

3.3. Procedimiento.

La recolección de frutos se realizó en el sector de Pintag Nuevo, en el centro de la REA. Se tomaron frutos de las especies señaladas en la tabla 1, los cuales fueron almacenados en frio a una temperatura de -5ºC para evitar daños. En el menor tiempo posible los frutos fueron procesados mediante la extracción de la pulpa y obtención de la corteza, que es lo que finalmente se utilizó para los diferentes análisis, excepto en el caso de *Phytecellobium excelsum,* en la que se analizó también en contenido de nutrientes en el arilo de la semilla.

Los frutos colectados pasaron por varios procesos. Primeramente realizamos una limpieza y separamos la corteza y pulpa de cada una de ellas, para luego ser llevadas a secado

durante tres días a una temperatura de 60ºC. Luego se precedió a una trituración de las muestras y un tamizaje en un tamiz con apertura de malla de 1mm, siguiendo la Norma INEN 154.

Se realizó un análisis de proteínas mediante la determinación de concentración de nitrógeno presente en la muestra. El método utilizado fue el de Kjeldahl 960.52 según la AOAC 5. Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteína cruda en alimentos para animales, calculando el contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjeldalh y multiplicando el resultado por el factor 6,25 o por 5,70 para expresarlo como proteína. Para este procedimiento se utilizaron dos muestras por especie, de aproximadamente de 0.50 a 1g de cada una y con aproximación de 0.1mg. Posterior a esto se procedió a ingresar en el matraz del equipo las muestras para la digestión con 25 ml de H2SO4 por cada una, junto a una tableta Kjeldahl. Se dejó por el lapso de unas cuatro horas hasta que se no se observara salida de vapor de los matraces, y se comprobó que el contenido presente un aspecto límpido. La posterior titulación con ácido clorhídrico permitió el cálculo de la cantidad de Nitrógeno presente en la muestra, para la cual se utilizó HCl al 1% y rojo de metilo como indicador. Para esto se colocó el HCl al 1% en una bureta y se dejó caer en el matraz de la muestra digestada a la que se le añadió tres gotas del indicador. Se anotó el valor gastado de HCl al 1%, y se procedió a la valoración. El contenido de proteínas en alimentos para animales se calculó mediante la ecuación siguiente:

Fórmula:

$$\%N = \frac{(\text{volumen gastado de HCl - volumen gastado de blanco}) \times \text{normalidad} \times 1{,}4008 \times 6{,}25}{\text{Peso de la muestra aproximada a 2 gr.}}$$

Siendo 6,25 el factor de multiplicación generalmente aceptado para expresar el contenido de nitrógeno como contenido de proteína cruda y donde la normalidad se calcula mediante la ecuación:

$$N = \frac{\text{Peso de Carbonato (0,1g)} \times 1000}{\text{Volumen gastado HCl} \times \text{peso molecular de carbonato de Na (52,994)}}$$

Para determinar el porcentaje de grasa, se siguió la norma INEN 541 1980-12. Esta norma establece el método para determinar el contenido de materia grasa en alimentos para animales. Se procedió a pesar 1g con aproximación de 0,1mg, según la Norma INEN540,

de las muestras disponibles para este ensayo y colocarlas en los cartuchos de extracción con algodón en la parte superior de estos e introducir en el extractor de Soxhlet. Se le agregó al matraz 30ml de Éter de petróleo y se conectó la plancha. Efectuamos la extracción aproximadamente durante 4 a 6 horas con una velocidad de destilación de 4 a 6 gotas por segundo, y una permanencia de 12 horas si la velocidad es de 2 gotas por segundo, hasta que el éter se tornó incoloro. Terminada la extracción se retiró el cartucho del equipo y se lo dejó reposar en la campana de ventilación durante 30 minutos para luego ser pesado.

El contenido de grasa en el alimento para animales se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G = \frac{m1.m2}{M} \times 100$$

Siendo: G = cantidad de grasa en el alimento para animales, en porcentaje de masa; m1 = masa del matraz de extracción, con la materia grasa extraída, en gramos; m2 = masa del matraz de extracción, vacío, en gramos; m = masa del material seco, tomada en el ensayo, en gramos.

Para el estudio de cenizas se realizó el procedimiento como indica la norma INEN 544 1980-12, que establece el método para determinar el contenido de cenizas en alimentos para animales. Tomamos aproximadamente 2 g de muestra, la trituramos y pesamos en los crisoles, previamente anotado el valor del peso vacío. Anotamos el peso de las muestras y procedimos a colocarlas en la Mufla a 600º± 2°C. Dejamos las muestras por el lapso de 2 a 3 horas hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón. Retiramos los crisoles con la ayuda de una pinza metálica para evitar quemaduras y las colocamos de inmediato en el desecador hasta que se enfrié por completo. Luego de esto se procedió al pesaje de los crisoles, esto lo realizamos por periodos de 30 minutos, hasta notar que no hay variación de peso. Posterior a esto anotamos los valores para la determinación mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{m2-m}{m1-m} \times 100$$

Dónde: C = contenido de cenizas en el alimento para animales, en porcentaje de masa. m = masa del crisol vacío en gramos; m1 = masa del crisol con muestra, antes de la incineración, en gramos. m2 = masa del crisol con las cenizas, después de la incineración, en gramos.

CAPITULO IV
RESULTADOS

El presente trabajo se realizó con frutos de ocho especies leñosas del bosque seco de la Reserva Ecológica Arenillas (REA) (Tabla 1), colectados entre Octubre 2014 y Agosto 2015, dependiendo de la época de fructificación de cada especie. Se realizaron análisis de proteína, grasa y cenizas. De acuerdo a la disponibilidad de frutos, para cada especie se analizó el contenido de al menos uno de las tres variables.

Tabla 1. Porcentajes de contenido de proteína, grasa y cenizas de ocho especies leñosas del bosque estacionalmente seco de la REA. Los datos de proteína representan el promedio (± desviación estándar) en base a dos muestras por especie. Los datos de grasa y ceniza corresponden al resultado de una única muestra.

ESPECIES	Fecha colección	Sitio de colección	Tipo de Fruto	PROTEINA	GRASA	CENIZAS
Piptadenia flava	Junio 2015	REA	Seco	6,689 ± 0,188	1,048	2,21
Malpighia emarginata	Abril 2015	REA	Carnoso	2,607 ± 1,654	0,962	5,66
Leucaena trichodes	Junio 2015	REA	Seco	4,429 ± 4,249		6,79
Mimosa acantholoba	Junio 2015	REA	Seco	6,281 ± 0,654		
Cocoloba ruiziana	Octubre 2014	Zapotillo	Carnoso	6,150 ± 0,501		
Erythroxylum glaucum	Abril 2015	REA	Carnoso	3,017 ± 0,589		2,89
Pithecellobium excelsum (vaina)	Octubre 2015	Zapotillo	Seco	2,676 ± 0,643	0,860	2,94
Pithecellobium excelsum (arilo)	Octubre 2015	Zapotillo	Seco	3,00 ± 1,241		
Cordia lutea	Octubre 2015	Zapotillo	Carnoso	5,321 ± 0,147	0,616	6,02

Proteínas

El contenido de proteínas se determinó para los frutos de las ochos especies estudiadas, variando entre 6.68% y 2.60% (Tabla 1). La especie que presentó el mayor contenido de proteínas fue *Piptadenia flava*, una especie de fruto seco, mientras que el menor contenido se encontró en *Malpighia emarginata,* una especie de fruto carnoso, tipo drupa. En

Pithecellobium excelsum, para la cual se analizó el contenido de proteína tanto en la vaina como en el arilo de la semilla, se determinó un contenido de proteínas similar entre ambas partes, siendo este ligeramente mayor en el arilo que en la vaina (Tabla 1).

GRASA

El contenido de grasa se analizó para cinco de las ocho especies estudiadas (Tabla 1), variando entre 1,048 y 0,86%. De estas, la especie con el mayor porcentaje de grasa fue *Piptadenia flava*, mientras el menor porcentaje de grasa se registró en *Cordia lutea*

CENIZAS

El porcentaje de cenizas se analizó en cinco especies (Tabla 1), entre las cuales el porcentaje de ceniza varió entre 6,79 y 2,21%. *Leucaena trichodes* fue la especie con el mayor porcentaje de cenizas, mientras que el menor valor se registró en *Piptadenia flava*.

DISCUSIÓN

Las investigaciones que han examinado la química y configuración nutricional de los frutos dispersados por animales por lo general tienen uno de estos dos enfoques, (1) determinar el "valor de los alimentos" de frutas para la vida silvestre, u otros fines comerciales o aplicados, o (2) un enfoque más ecológico sobre las propiedades nutricionales de recompensación; es decir, los tejidos en realidad digeridos por dispersión de agentes (Herrera, 1987).

Las especies se caracterizan por un conjunto de factores cuantitativos relacionadas con el diseño del fruto maduro y los constituyentes orgánicos e inorgánicos de la pulpa (Herrera, 1987). Los resultados del presente estudio demuestran que de los tres componentes analizados, proteína, grasa y cenizas, las vainas y pulpa de los frutos analizados aportan a la dieta de la fauna principalmente con proteínas. Si bien los valores de proteína en las ocho especies fueron relativamente bajos, estudios previos señalan que este patrón es normal en los frutos de la mayoría de especies (Smith et al. 2007). Un estudio realizado por Herrera (1987) señala un porcentaje promedio de proteína de 5% para 91 especies, de diferentes familias y formas de vida, dispersadas por vertebrados.

Aunque no existen otros estudios que analicen el contenido de nutrientes en frutos u otras partes de la planta para las especies aquí estudiadas, el trabajo de Ayala et al. (2006)

muestra que para otras especies del mismo género, como *Leucaena leucocephala,* el porcentaje de proteína en el fruto es menor que en las hojas. Para otras especies del mismo género de especies analizadas aquí, como *Cordia eleagnoides, Mimosa bahamensis* y *Pithecellobium albicans* se reportan valores entre 13,7 y 19,6% de proteína y entre 4,1 y 7,6% de cenizas en hojas y tallos. Aunque no se reportan datos para frutos, esta información da una idea de la mayor disponibilidad de proteínas y cenizas en otros componentes de la planta.

Por otro lado es importante considerar que en los bosques estacionalmente secos, la larga estación de sequía se caracteriza por la pérdida de hojas en más del 75% de las plantas, por tanto existe una limitada disponibilidad de hojas y tallos tiernos durante buena parte del año. En este sentido, los frutos, representan una fuente de alimento fácilmente accesible para la fauna. Sin embargo, los bajos porcentajes de proteína, grasa y cenizas sugieren que los animales requieren ingerir una gran cantidad de frutos para satisfacer sus requerimientos.

Desde el punto de vista ecológico, la adecuación de una especie animal a un hábitat es afectada por factores tales como disponibilidad de alimento, refugio y existencia de depredadores (SMITH et al., 2007). En este sentido, se debe diferenciar disponibilidad de alimentos no solo en términos de cantidad sino también de calidad, sobre todo en los momentos fisiológicos demandantes nutricionalmente. La calidad del alimento requerido por los animales está determinada por el contenido de nutrientes que se encuentran en ellos y por la capacidad del animal de digerirlos o utilizarlos, y además por el consumo que se haga de los mismos. La composición química de los alimentos que consumen los animales permite evaluar su potencial nutritivo. Esta varía debido a factores como el tipo de alimento (vegetal o animal), especies utilizadas, estaciones de año, estado de madurez y efectos del sitio (López et al., 2014).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los frutos de las especies analizadas en el presente estudio muestran en general bajos porcentajes de proteína, grasa y cenizas. Entre las ocho especies, el mayor aporte de proteína provino de *Piptadenia flava,* al igual que en grasa y de *Leucaena trichodes* en cenizas. Sin embargo, estas especies fructifican durante la estación seca, cuando la disponibilidad de hojas es limitada, por tanto, el contenido de proteína, grasa y cenizas con el que aportan, aunque sea bajo puede ser uno de los pocos recursos disponibles.

RECOMENDACIONES

Para realizar análisis de nutrientes a partir de frutos silvestres es importante considerar la dificultad de obtener una muestra de frutos suficiente, esto debido a que diferentes especies fructifican en diferentes momentos del año, e incluso individuos de la misma especie pueden tener comportamientos diferentes en cuanto a la producción de frutos.

Por otro lado, es importante considerar que los análisis aquí presentados corresponden a muestras de un grupo de individuos reducido, y proceden de una sola localidad. Contar con estudios más profundos y que incluyan datos de diferentes localidades y diferentes años, permitirá tener conclusiones más sólidas respecto a la importancia de los frutos en la dieta de la fauna silvestre.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, Z. &. (2005). *Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador.* Lyonia.

Ayala, A. C. (2006). *Composicion Quimica-Nutricional de Arboles Forrajeros.* (1st ed.). Yucatan: Carlos Alfredo Sandoval.

Barragán, I. (2008). *Utilizacion de diferentes niveles de aceite de pescado (1.0,1.5,2.0,2.5) en la alimentacion de pollos parrilleros, hasta los 35 dias de edad.. Ingeniero Zootecnista. .* Escuela Superior Poltécnica de Chimborazo.

Best, B. a. (1995). *Biodiversity an conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. .* Cambridge.: BirdLife International.

Cossios, E. (2005). *Dispersión y Variación de la Capacidad de Germinación de semillas ingeridas por el zorro costeño (Lycalopex sechurae) en el Santuario Histórico Bosque de Pómac.* Lambayaque: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Jara- Guerrero, A. (2015). *Ecología de la dispersión de plantas en los bosques secos del suroccidente Ecuatoriano. Tesis Doctoral.* Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.

Jara-Guerrero, A. D. (2011). *Seed dispersal spectrum of woody species in South Ecuadorian dry forests: environmental correlates and the effect of considering species abundance.* pp.Biotropica 43.

López, M. A. (2014). *Valor nutricional de los alimentos de Tayassu pecari (Artiodactyla: Tayassuidae) en el Parque Nacional Corcovado.* Costa Rica. RBT, 54(2), p.687.

Mendoza Bermúdez, J. (2011). *Estructura de la Vegetación, Diversidad y Regeneración Natural de Árboles en Bosque Seco en la Comuna El Limoncito Provincia de Santa Elena.".* Guayaquil: Escuela Superior Politecnica de Litoral.

Sánchez, O., Peter Kvis, L., & Aguirre, Z. (2006). *Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles.* Loja.

SMITH, S. M. (2007). *2007FRUIT QUALITY AND CONSUMPTION BY SONGBIRDS DURING AUTUMN MIGRATION.* The Wilson Journal of Ornithology.

Zhofre Aguirre , M., Peter Kvist, L., & Sánchez T, O. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad.* Loja: Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

RECURSOS WEB

Caravaca, F. (1993). *INTRODUCCIÓN A LA ALIMENTACIÓN Y RACIONAMIENTO ANIMAL* (1st ed.). Sevilla: DarlyzNuñez: ebook. Obtenido de https://es.scribd.com/doc/302446830/Bases-Para-La-Alimentacion-Animal [Accessed 12 Jul. 2016].

Caravaca, F. (2011). *Introducción a la Alimentación y Racionamiento Animal [en línea].* Sevilla: EUITA. Obtenido de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf

CUYABENO LODGE. (2013). *Mapa de ubicación de la Reserva Ecológica Arenillas (REA) .* Recuperado el 06 de Julio de 2016, de http://www.birdlist.org/national-parks/reserva-ecologica-arenillas/reserva-ecologica-arenillas.htm

Gonzales, G. (2008). *Fundamentos de nutrición animal aplicada [en línea].* Colombia: Universidad de Antoquia. Recuperado el 02 de Marzo de 2015, de http://catalogo.aseuc.org.co/fundamentos-de-nutricion-animal-aplicada-agropecuario-5.html#tab-description

http://www.ecologiahoy.com/. (2013). *Noticias de Ecología y Medio Ambiente*. Obtenido de Bosque seco: http://www.ecologiahoy.com/bosque-seco

Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. (Mayo 1993). México. Recuperado el 02 de Marzo de 2015, de PROGRAMA COOPERATIVO GUBERNAMENTAL: http://www.bidi.uam.mx/index.php?option=com_content&view=article&i

PARSI, J., GODIO, L., MIAZZO, R., MAFFIOLI, R., ECHEVARRÍA, A., & PROVENSAL, P. (2001). *VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS Y FORMULACIÓN DE DIETAS.* Argentina. Recuperado el 16 de Marzo de 16 Marzo 2015, de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf

PEREZ, S. G. (2010). *Proteínas y Aminoácidos [en línea].* Ocaña: facultad de ciencias agrarias y del ambiente. Recuperado el 02 de Marzo de 2015, de http://es.slideshare.net/tabareto/introduccion-proteinas

Revista Turistica del Canton Arenillas. (2014). Manual - Guia Turistica. Obtenido de El Oro

Turismo: https://issuu.com/eloroturistico/docs/arenillas

Veterinaria, A. (2016). *Bases de nutrición en fauna silvestre.* Argos Portal Veterinaria. Recuperado el 04 de Julio de 2016, de http://argos.portalveterinaria.com/noticia/1400/articulos-archivo/bases-de-nutrici&oacuten-en-fauna-silvestre.html

ANEXOS

Anexo 1. Porcentajes de proteína de las dos muestras analizadas para cada una de las ocho especies leñosas de bosque seco estudiadas.

ESPECIE	PROTEÍNAS	TIPO DE FRUTO
Piptadenia flava	6,689 ± 0,188	Seco
Malpighia emarginata	2,607 ± 1,654	Carnoso
Leucaena trichodes	4,429 ± 4,249	Seco
Mimosa acantholoba	6,281 ± 0,654	Seco
Cocoloba ruiziana	6,150 ± 0,501	Carnoso
Erythroxylum glaucum	3,017 ± 0,589	Carnoso
Pithecellobium excelsum (vaina)	2,676 ± 0,643	Seco
Pithecellobium excelsum (arilo)	3,00 ± 1,241	Seco
Cordia lutea	5,321 ± 0,147	Carnoso