

Efecto del enriquecimiento de la dieta con ítems alimentarios silvestres sobre la condición corporal y características químicas del tejido muscular y la grasa de *Caiman latirostris* en cautiverio.



**Tesinista: Santiago A. Flores Mariscal**

**Firma:**

**Directora: Prof. Dra. Pamela Leiva**

**Firma:**

**Co-directora: Prof. Dra. M Carla Lábaque**

**Firma:**

**Efecto del enriquecimiento de la dieta con ítems alimentarios silvestres sobre la condición corporal y características químicas del tejido muscular y la grasa de *Caiman latirostris* en cautiverio.**

**Tribunal examinador:**

**Dr. Raúl Marín**

**Firma:**



**Dr. Abel López**

**Firma:**



**Dr. Gerardo Leynaud**

**Firma:**



**Calificación: 10 (diez)**

**Fecha: 21/10/2021**

## **Agradecimientos**

Muchas gracias, muchas gracias, muchas gracias. Tres veces, como me enseñó mi Tata.

Agradezco a mi familia, a mi mamá, por escucharme y aconsejarme siempre, un ejemplo de calidez, cariño, y tenacidad, a mi papá por el apoyo incondicional y las palabras de aliento en cada momento, por mostrarme que es el esfuerzo y el trabajo duro. A mis hermanos, Carlos, fuente de inspiración académica, Nati, mi soporte día a día en momentos felices y tristes, Cotí, quien me cambió la forma de ver la vida con su alegría y su actitud, Álvaro, quien me ayuda a sonreír día a día, y a mi Tía Silvia, quien siempre estuvo para apoyarme, cuidarme, y acompañarme, en lo que sea necesario. A Sharon, muchas gracias, por la compañía, la comprensión, el aliento, por abrirme la cabeza, y mostrarme como vivir una vida plena. Son las personas que más amo.

Agradezco a mi Tata, gracias a él soy quien soy hoy en día, y a mi Mami Flaca, ambos me enseñaron la paciencia, la alegría, la tranquilidad, la paz, y el amor por la naturaleza, los amo y extraño muchísimo.

Muchas gracias a la Familia Castillo, ellos me abrieron las puertas de su casa en este último tiempo, me apoyaron de forma incondicional en absolutamente todo lo que necesite, se valora cada actitud de ellos, se agradece de todo corazón.

Agradezco a quienes me acompañaron en todo el trayecto de la facultad, en especial a todas las personas que conocí gracias a la tesina, el grupo del Proyecto Yacaré, Carlos Piña, Melina Simoncini, a mi Directora Pamela Leiva, por la confianza y la ayuda cuando fue necesario, y a mi Co-Directora Carla Lábaque, por mostrarme caminos y detalles que llevan a la perfección, algo muy admirable. Muchas gracias a todo el grupo de INTA que me ayudó en el desarrollo de la tesina, a Romina Mufari, por ayudarme y explicarme todo lo que necesite.

Desde arriba me acompañan, mi Tata, mi Mami, mi padrino Santiago, mostrando una luz y un camino a seguir.

Esto lo estoy escribiendo un día domingo, es día del padre, un día en el que estoy trabajando y recordando a la gente que amo. Siendo feliz por todo lo que se cruzó en el camino y me dejó una pequeña huella.

Muchas gracias, muchas gracias, muchas gracias.

# **Efecto del enriquecimiento de la dieta con ítems alimentarios silvestres sobre la condición corporal y características químicas del tejido muscular y la grasa de *Caiman latirostris* en cautiverio.**

## **Resumen**

La dieta que consume un animal influye sobre sus características morfométricas y fisiológicas, entre ellas la composición proteica, lipídica y el perfil de ácidos grasos (AG) de sus tejidos. A fin de ampliar el conocimiento sobre cómo afectan al tejido muscular y al cuerpo graso el consumo de los ítems principales de la dieta en vida silvestre del yacaré overo (*Caiman latirostris*), y tratando de, en condiciones controladas, mejorar la alimentación de estos animales en granjas o zoológicos, se propuso como objetivo determinar si el enriquecimiento de la dieta en cautiverio de *C. latirostris*, incorporando ítems alimenticios que constituyen presas (insectos o moluscos) o derivados de presas (carnes rojas) consumidos en vida silvestre, modifica la condición corporal y las características químicas del tejido muscular y cuerpo graso de los individuos bajo tratamiento dietario. Para esto seleccionamos individuos de *C. latirostris* de clase II, pertenecientes al plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré” y se los asignó aleatoriamente a diferentes tratamientos dietarios: la dieta habitual de criadero (control), (DC), la dieta regular con una sustitución del 25% por un homogeneizado de insectos (DI), dieta regular con una sustitución del 25% por un homogeneizado de moluscos (DM), y dieta regular con una sustitución del 25% por un enriquecimiento de carne roja comercial (DCR). Los individuos fueron alojados en bateas individuales, y luego de 30 días de experimentación, evaluamos la condición corporal de los individuos a través del índice SMI, tomamos muestras de los tratamientos dietarios, del tejido muscular *ilio-ischio-caudalis* y del cuerpo graso de los animales, a todas las muestras se las analizó químicamente para obtener su composición proximal y el perfil de AG. Las dietas DI y DCR presentaron más contenido proteico que el control, y la dieta DCR, más contenido de lípidos totales. Mientras que, en el perfil de AG de las dietas DC, DI y DM presentaron mayores porcentajes en AG insaturados, AG poliinsaturados, n-6 y n-3, que la dieta DCR, siendo esta última la dieta con más contenido de AG saturados (AGS). Si bien las dietas ofrecidas mostraron diferencias entre sí, esto no se vio reflejado en la condición corporal de los caimanes, ni en las características químicas del tejido muscular. Sin embargo, el tejido muscular de caimanes alimentados con la dieta DM se caracterizó por estar relacionada con el porcentaje de proteínas, la DI se encuentran más asociados el contenido de lípidos y cenizas. Además, los ácidos grasos esenciales C18:2 y C18:3 n-3 estuvieron asociados a los tratamientos DCR y DI, mientras que el C18:1 n-9 y los ácidos grasos saturados se encuentran asociados al tratamiento DC. El cuerpo graso de los individuos solo presentó diferencias en la cantidad de proteínas y en la humedad. Se evidenció que los enriquecimientos con Insectos (DI) y con Carne Roja (DCR) serían las mejores alternativas para aplicar en la crianza de caimanes, ambos tratamientos evidenciaron cambios favorables en el contenido de proteínas y lípidos. Al respecto, la DI logró mantener los valores de la DC en cantidad de n-6 y n-3, aumentando los valores de AGS, y con valores de lípidos totales inferiores a la dieta habitual. A futuro proponemos, experiencias con un mayor tiempo de suplementación, como así también un análisis del suero sanguíneo para registrar los movimientos de otros componentes que determinan el metabolismo de lípidos en cocodrilianos. Este primer trabajo en enriquecimiento dietario con ítems silvestres es un punto de partida para establecer mejoras para la alimentación de animales en cautiverio en granjas o zoológicos, diferentes opciones para mejorar su bienestar y contribuir a un buen estado nutricional, y comprender el rol de cada ítem en la nutrición general del *C. latirostris*, así como el suyo en el ecosistema que habita.

**Palabras clave:** recurso alimenticio, composición proximal, ácidos grasos, reptiles, yacaré overo

**Effect of diet enrichment with wild food items on the body condition and chemistry characteristics of the muscular tissue and fat body of *Caiman latirostris* in captivity.**

**Abstract**

The diet that consumed an animal influences its morphometric and physiological characteristics, including protein, lipid composition, and fatty acid profile (FA) of its tissues. In order to broaden the knowledge about how wild items consume by Broad snouted caiman (*Caiman latirostris*), affect your muscular tissue and fat body, and trying to, under controlled conditions, improve the alimentation of this animals in farms or zoos. We proposed as an objective to determine if the enrichment of diet in captivity of *C. latirostris*, incorporating food items that constitute preys (insects and mollusks) or derivate of preys (red meat) consumed in wildlife, modifies corporal condition, muscular tissue, and fat body chemical characteristics of caiman under dietary treatment. We selected class II individuals of *C. latirostris*, from sustainable and conservation program “Proyecto Yacaré”, and were randomly assigned to different dietary treatments: habitual diet of farm, control, (DC), regular diet with a substitution of 25% for a homogenized of insects (DI), regular diet with a 25% substitution for a homogenized of mollusks (DM), and regular diet with a 25% substitution for a commercial red meat enrichment (DCR). Individuals were placed in plastic containers and after 30 days of experimentation, we evaluated their body condition with SMI index, and took samples of dietary treatments, muscular tissue *ilio-ischio-caudalis*, and fat body from each caiman. All the samples were chemically analyzed to get their proximal composition and FA profile. DI and DCR diets had more protein content than DC, and DCR diet had more total lipid content. While FA profile evidenced DC, DI y DM diets presented higher percentages in unsaturated FA, polysaturated FA, n-6 y n-3, than DCR diet, the latter being the one that showed the highest percentage of saturated FA (SFA). Although the diets offered showed differences in chemical content, these differences were not reflected in caiman body condition, nor muscular tissue chemical characteristics. However, caiman muscle tissue fed with DM diet is characterized for protein content, DI diet it is more associated with lipid and ashes content. In addition, the essential fatty acids C18:2 and C18:3 n-3 were associated with the DCR and DI diets, while the C18:1 n-9 and saturated fatty acids were associated with the DC treatment. Caiman fat body only presented differences in protein and moisture content. It was evidenced that the diets enriched with Insects (DI) and with Red Meat (DCR) would be the best alternatives to apply in the caimans breeding, both treatments evidenced positives changes in protein and lipid content. In this regard the DI as able to maintain DC values for n-6 and n-3, increasing SFA values, and with lower values in lipids content than DC. In the future we propose, experiments with a longer supplementation time, as well as an analysis of blood serum to record movements of other components that determine lipid metabolism in crocodilians. This first work in dietary enrichment with wild items is a starting point to establish improvements for the feeding of animals in farms or zoos, different options to improve their well-being and contribute to a good nutritional state, and to understand the role of each item in the general nutrition of *C. latirostris*, as well as its own in the ecosystem it inhabits.

**Key words:** alimentary resource, proximal composition, fatty acids, reptils, broad snouted caiman

## INTRODUCCIÓN

A partir de la dieta, los animales obtienen energía, ácidos grasos (AG), sustancias antioxidantes, entre otros compuestos que no pueden sintetizar por sí mismos, pero que pueden digerir y metabolizar con eficiencia para luego depositar en diferentes tejidos. Estos componentes se convierten en importantes elementos estructurales de membrana, lo que posteriormente influirá en el desempeño durante etapas fundamentales de la vida del individuo (Noble y Speake, 1997, Klasing, 1998; Speake y Thompson, 1999; Speake y col., 2004; Sahan y col., 2014; van der Wagt y col., 2020). Consecuentemente, la dieta que consume un animal influye sobre la composición proteica, lipídica y el perfil de ácidos grasos de sus tejidos (Grobas y Mateos, 1996; Klasing, 1998; Surai y Spark, 2001, Craven y col., 2008) reflejándose en sus variables morfométricas y características fisiológicas. Los AG son componentes lipídicos (Iverson, 2009; Williams y Buck, 2010), que pueden clasificarse en ácidos grasos saturados (AGS) e insaturados (AGIS), monosaturados (AGMS) o poliinsaturados (AGPI), respectivamente. Dentro de este último grupo, el ácido linoleico (C18:2) y ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3), son llamados ácidos grasos esenciales (AGE) ya que no pueden ser sintetizados por el organismo para satisfacer sus necesidades nutricionales y deben obtenerse a través de la dieta (Grobas y Mateo, 1996; Klasing, 1998; Surai y Spark, 2001, Craven y col., 2008), siendo además precursores de dos familias de AG, los n-6 (u omega-6) y los n-3 (u omega-3) de importancia nutricional para el animal y su consumidor, si lo hubiese. Las funciones de AGE son muy variadas y afectan la condición corporal y fisiológica del animal, desde la transmisión de señales neurales, la regulación hormonal, el mantenimiento de los procesos metabólicos, hasta la reproducción (Speake y Thompson, 1999; Speake y col., 2004; Piña y col., 2016; Leiva, 2019).

En animales mantenidos en condiciones controladas o semicontroladas (como granjas y zoológicos, entre otros) las estrategias de enriquecimiento de las dietas buscan modificar los valores nutricionales de los alimentos para inducir modificaciones morfológicas y fisiológicas positivas en los individuos que los consumen, buscando mayor calidad en los productos y subproductos comercializables y el desarrollo de líneas de investigación para ampliar el conocimiento de los mismos. Estos estudios se desarrollan en animales y productos de animales, de consumo frecuente, como la vaca, (Kunkle y col., 2000; Couvreur y col., 2006; Win y col., 2021), los huevos de gallina (Meluzzi y col., 2000; Izanloo y col., 2021; Córdova-Noboa y col., 2021), y el cerdo (Belmonte y col., 2021; Fortier y col., 2021), así como en animales de producción poco convencionales como la codorniz (Luna y col., 2012; Fernández y col., 2019), el ñandú (Lábaque y col., 2013), y el yacaré overo (Piña y col., 2016). En reptiles, algunos de

los parámetros más usados para evaluar los efectos de los cambios en la alimentación son las variaciones morfológicas o índices de masa corporal (Pinheiro y Lavorenti, 2001; Sarkis-Gonçalves y col., 2002), variaciones en la composición proximal de los tejidos de los individuos (Koza y col., 2012), y variaciones en los perfiles de AG (Piña y col., 2016). La condición corporal está relacionada con la salud, la calidad o el vigor de un animal, también se puede definir como una medida de la energía (o estado nutricional) de un animal (Gosler, 1996; Schulte-Hostedde y col., 2001; Peig y Green, 2009). En este trabajo se define a la condición corporal de un animal como el capital energético acumulado como resultado de la alimentación, lo que asumimos como un indicador de salud y calidad de los animales (Peig y Green, 2009). Por lo que, a partir de datos morfométricos como peso, largo total (LT), y largo hocico-cloaca (LHC), se puede proceder a aplicar el análisis de condición corporal utilizando el índice SMI (*scaled mass index*) de Peig y Green (2009). La condición fisiológica también es un indicador importante para comprender el estado nutricional de los individuos pudiendo evaluarla, por ejemplo, mediante mediciones de la calidad de AG depositados en músculo y grasa, ya que los perfiles de AG de los tejidos reflejan características de la dieta o nutrientes adquiridos (Geiser y Learmonth, 1994; Piña y col., 2016; Leiva, 2019). En este contexto, es importante mencionar que en numerosas oportunidades los alimentos balanceados suministrados en cautiverio pueden presentar algunas deficiencias en ciertos ácidos grasos poliinsaturados que están presentes en las dietas silvestres (Noble y col., 1996; Speake y col., 1996; Beer y Noble, 1996), lo cual genera el diseño de nuevas estrategias de enriquecimiento alimenticio para contrarrestar estas carencias.

Particularmente el *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) o yacaré overo, es un cocodriliano perteneciente a la familia Alligatoridae. En vida silvestre, esta especie tiene las características alimenticias de un predador oportunista y generalista (Borteiro y col., 2008) con un comportamiento de adición de presas durante el crecimiento (Álvarez y col., 2003). De esta especie se conoce que, durante la juventud y adultez su dieta consta de insectos (entre 21% y 25%), moluscos (entre 26% y 33%) y vertebrados en general (entre 12% y 29%) (Borteiro y col., 2008). Estas valoraciones fueron obtenidas mediante la técnica de lavado estomacal en un estudio de la composición porcentual de la dieta de *C. latirostris*, en diferentes clases de tamaño (Borteiro y col., 2008). El análisis individual de ciertas presas de la dieta de yacaré, evidenciaron que estas son fuentes de AG específicos, así los insectos son una fuente de ácido oleico (C 18:1), linoleico y  $\alpha$ -linolénico (C 18:2 y C 18:3, respectivamente) (Speake y col., 2004); los moluscos tienen una alta concentración de ácido palmítico (C 16:0), esteárico (C 18:0), C 18:2 y C 18:3 (Bombeo-Tuburan y col., 1995); y las carnes rojas son fuente de C 16:0, C 18:0 y C 18:1 (Wood y col., 2008). Cabe destacar que ha sido demostrado, los mamíferos son fuente de C 20:4 (Speake y Thompson, 1999; Speake y col., 2001; 2003).

En este contexto, este estudio propone evaluar la incidencia de la calidad de la dieta de granja enriquecida con ítems frecuentes de la dieta habitual del animal en estado silvestre, sobre

la masa corporal y la calidad nutricional del tejido muscular y graso. La importancia de este estudio reside en varios aspectos, (1) la especie se encuentra sujeta a programas de uso sustentable (Larriera y col., 2008; Larriera, 2011), y los criaderos (que producen carne y cuero) requieren ampliar el conocimiento de estrategias y requerimientos alimenticios para un manejo óptimo en condiciones controladas (Kozá y col., 2012; Piña y col., 2016); y (2) considerando que el yacaré overo es uno de los predadores tope en su área de distribución, su alimentación es un elemento clave en interacciones a diferentes niveles tróficos del ecosistema (Álvarez y col., 2003; Borteiro y col., 2008). Por tanto, ampliar el conocimiento sobre la relación entre las características químicas del alimento y los tejidos de los caimanes, permitiría determinar el aporte nutricional de la dieta y estimar la incorporación de los ácidos grasos en base a la disponibilidad de los mismos en su fuente de alimentación. Así, experiencias en condiciones controladas nos permitirían ofrecer una alimentación enriquecida a individuos en cautiverio, para estudiar dicha relación, lo cual podría sentar algunas bases que a largo plazo puedan extrapolarse a la interpretación de lo que sucede en poblaciones silvestres.

Tomando en cuenta los antecedentes en la especie en vida silvestre, que sustentan la relación entre la calidad nutricional de la dieta consumida y la condición corporal; así como la composición química de ciertos tejidos del individuo (condición fisiológica) (Leiva, 2019), se propone como hipótesis de trabajo que, en condiciones controladas de cría y basándonos en que los AG son sustancias orgánicas de reserva energética, rápido metabolismo, fácil almacenamiento y componentes estructurales de tejidos, la modificación de la dieta de *C. latirostris*, enriquecida con ítems alimentarios (insectos o moluscos) o derivados de presas (carne roja) consumidos en vida silvestre, influiría en la condición corporal y composición química (particularmente composición proximal y perfil de ácidos grasos) de los tejidos muscular y graso de los animales sujetos a tratamiento. A partir de los antecedentes brindados, se predice que, en función de la predominancia de ciertos ácidos grasos en los ítems dietarios utilizados, se espera una mejora en la calidad nutricional de los tejidos (muscular y graso), medida en los perfiles de ácidos grasos de los caimanes alimentados con dietas enriquecidas con insectos, moluscos, o carne roja, respecto a los alimentados con la dieta habitual del criadero. Así también, las modificaciones producidas por el enriquecimiento en las dietas, puede provocar un cambio en los parámetros de composición proximal de los tejidos analizados y una modificación en la condición corporal de los animales que la consuman.

Para poner a prueba esta hipótesis, se planteó como objetivo general de este trabajo determinar si el enriquecimiento de la dieta de *C. latirostris* en condiciones controladas, incorporando alimentos que constituyen presas (insectos o moluscos) o derivados de presas (carne roja) consumidos en vida silvestre, modifica la condición corporal y las características químicas de los tejidos (músculo y grasa) de los individuos bajo tratamiento dietario.

Para desarrollar este objetivo se propuso específicamente, en ejemplares de *C. latirostris* criados en cautiverio:

1. Analizar el perfil de ácidos grasos y la composición proximal de las dietas enriquecidas respecto a la dieta base;
2. Evaluar la condición corporal, como indicador de estado nutricional, de los individuos de *C. latirostris* sometidos a diferentes tratamientos dietarios;
3. Comparar el perfil de ácidos grasos y composición proximal del tejido muscular y el cuerpo graso de individuos sometidos a diferentes tratamientos dietarios.

## METODOLOGÍA

### 1. Diseño experimental de enriquecimiento alimenticio

#### 1.1 Cría de animales

Se seleccionaron aleatoriamente once individuos hembra de *C. latirostris*, nacidos y criados en cautiverio en la Estación Zoológica Experimental, granja “La Esmeralda” (Ciudad de Santa Fe, Prov. de Santa Fe), perteneciente al Programa de Uso Sustentable y Conservación Proyecto Yacaré/Yacarés Santafesinos (Larriera y col., 2008). Los individuos fueron seleccionados de un mismo invernáculo, lo que refiere a que pertenecían a la misma cohorte. Posteriormente, utilizando una balanza digital de precisión de 0,1 gramos (g.) pesamos a cada uno, y luego tomamos sus medidas usando una cinta métrica (precisión 0,1 cm), registrando el largo total (LT); y largo hocico-cloaca (LHC). Los animales tenían un largo total (LT)  $83,5 \pm 5,4$  cm ( $X \pm SD$ ), largo hocico-cloaca (LHC)  $41,1 \pm 2,8$  cm, y de peso  $2,9 \pm 0,3$  kg, correspondiente a la clasificación “Clase II” descrita por Leiva y col. (2019), que comprende yacarés entre 25 cm a 67,9 cm.. Esto nos indica que son juveniles no reproductores, que tienen requerimientos fisiológicos similares, por lo que esperamos que su respuesta fisiológica sea homogénea. Luego los trasladamos al laboratorio, tomando las medidas de seguridad correspondientes. Allí procedimos a la identificación de cada individuo, utilizando el sistema de verticilos caudales (Larriera y col., 2006).

Los caimanes se dispusieron en una sala del Proyecto Yacaré (temperatura ambiental promedio de  $31 \pm 2$  ° C), distribuidos en once bateas individuales de 150 litros (l), las cuales disponen de una zona con agua a temperatura ambiente (50%) y una zona sin agua (50%). Previo al inicio del experimental los individuos pasaron por un periodo de habituación de siete días en el cual se alimentaron con la comida regular 3 veces durante la semana *ad libitum*, esta consta de cabezas de pollo molidas (70%) y alimento balanceado seco formulado para reptiles (Avigan ® 30%) (Simoncini y col., 2020), y además se higienizo las bateas 4 veces en la semana. El diseño experimental siguió lo realizado por trabajos previos de enriquecimiento

dietario en bateas individuales con la misma especie (Valli, 2020). Posterior a este período, fueron asignados aleatoriamente a los tratamientos dietarios correspondientes.

## 1.2 Tratamientos dietarios

Basados en los estudios sobre dieta de caimanes en vida silvestre de Borteiro y col. (2008) y Adjad (2015), se propusieron tres tratamientos de enriquecimiento dietario: (1) Dieta enriquecida con Insecto (DI); (2) Dieta enriquecida con Caracol (DM); (3) Dieta enriquecida con Carne Roja (DCR); y una Dieta Control, sin enriquecimiento (DC). Teniendo en cuenta los porcentajes de consumo de los ítems alimentarios en la naturaleza, para la “Clase II” (Borteiro y col., 2008; Adjad, 2015; Leiva y col. 2019) acordamos sustituir el 25 % de la dieta habitual (o dieta control) con cada ítem de enriquecimiento alimentario (32,5 g. de 130 g. totales) (TABLA 1).

**TABLA 1:** Composición porcentual de los tratamientos dietarios y la dieta control, con detalle de los ítems que constituyen los enriquecimientos, asignados a los individuos de *C. latirostris* provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. DC= dieta control; DI= dieta insectos; DM= dieta caracol; y DCR= dieta carne roja.

Tratamiento	Composición	Composición del enriquecimiento
<b>Dieta Control (DC)</b>	70% cabezas de pollo trituradas	-
	+ 30 % alimento balanceado	-
<b>Dieta Insecto (DI)</b>	75% dieta control	Hemípteros, <i>Belostomatidae</i> (cucarachas de agua)
	+ 25% suplemento de insectos	Orthoptera, <i>Acrididae</i> (langostas) Coleópteros (escarabajos) Blattodea (cucarachas) Hemiptera, <i>Cicadidae</i> (cigarras) INSECTOS VARIOS (Diptero, Odonatos, etc)
<b>Dieta Caracol (DM)</b>	75% dieta control	
	+ 25% caracoles	Ampullariidae, <i>Pomacea</i>
<b>Dieta Carne Roja (DCR)</b>	75% dieta control	
	+ 25% carne roja	Carne de Vaca; Pulpa Picada 90% y Grasa 10%

Los insectos se obtuvieron mediante trampas de caída y recolección manual en la Ciudad de Santa Fe, con autorización de la Dirección General de Manejo Sustentable de Fauna, Ministerio de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe. Estos fueron congelados, organizados según su orden (FIGURA 1), homogeneizados, separados en paquetes de 32,5 g. (usando una balanza digital de 0,1 g. de precisión), y por último congelados para su posterior uso. Los caracoles se colectaron mediante redes y recolección manual en la Ciudad de Santa Fe, con autorización de la Dirección General de Manejo Sustentable de Fauna, Ministerio de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe, luego se siguió el mismo procedimiento que se usó con los insectos (FIGURA 2). Para el tratamiento “carne roja” se usó a modo representativo de la incorporación de vertebrados, carne roja de venta comercial adquirida en un frigorífico de la

Ciudad de Santa Fe. Los paquetes de cada enriquecimiento se incorporaron con el alimento regular, se homogeneizó, y de ahí se tomaron muestras de 15 g por duplicado de las dietas utilizadas, las cuales se almacenaron a -20 °C hasta su procesamiento.



**FIGURA 1:** Insectos recolectados de forma manual o trampas de caída, en la Ciudad de Santa Fe, estos fueron usados para la formulación del enriquecimiento dietario “dieta insectos” que se asignó a *C. latirostris* (se encuentran clasificados por Órdenes en la TABLA 1).



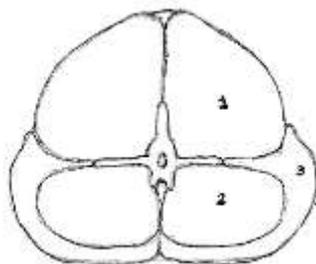
**FIGURA 2:** Caracoles del genero *Pomacea*, recolectados de forma manual o usando redes, en la Ciudad de Santa Fe, para la formulación del enriquecimiento dietario “dieta caracol” que se asignó a individuos de *C. latirostris*.

Los individuos se asignaron a los tratamientos de la siguiente forma: 1) Un tratamiento y una réplica con la Dieta Control (DC), 2) Un tratamiento y dos replicas con la Dieta Insectos

(DI), 3) Un tratamiento y dos replicas con la Dieta Caracol (DM) y, 4) Un tratamiento y dos replicas con la Dieta Carne roja (DCR) (TABLA 1). Posterior al periodo de habituación, se inició la alimentación con la dieta enriquecida, siguiendo la misma frecuencia en la que se da la comida (tres veces por semana) y la limpieza de las bateas (cuatro veces por semana). Se desarrolló el experimental de enriquecimiento dietario durante 30 días (sin contar el periodo de habituación) dado que, según los resultados de Piña y col. (2016) y Valli (2020), en este tiempo se pueden evidenciar cambios significativos en el perfil de ácidos grasos de los tejidos de *C. latirostris*, debido a cambios en la alimentación.

### 1.3 Toma de muestras

Finalizado los 30 días, se repitió la toma de medidas registradas inicialmente (Peso, LT y LHC), y posteriormente, se sacrificaron los animales en la planta de procesamientos de yacaré, aprobada por la Dirección de Bromatología de la Provincia de Santa Fe, en 1999, y por SENASA, en 2001, e inscripta como establecimiento frigorífico n°4081, desde el 2002. Tomamos dos muestras de tejido muscular de la cola (*M. ilio-ischio-caudalis*) (FIGURA 3) (Piña y col., 2016; Simoncini y col., 2020) y dos muestras de cuerpo grasso de cada individuo, todo lo cual lo etiquetamos y almacenamos en bolsas individuales con cierres herméticos y conservados a -20 °C hasta su procesamiento.



**FIGURA 3:** Corte transversal de segmento caudal de *Caiman latirostris*. (1) *musculus (m.) longissimus dorsi*; (2) *m. caudo-femoralis*; (3) *m. ilio-ischio-caudalis*. Imagen adaptada de Huchzermeyer (2003).

## 2. Condición corporal

Como parte del estudio se persiguió valorar cuantitativamente la salud de los individuos mediante la condición corporal de los mismos, siguiendo lo descrito en Peig y Green (2009) y lo desarrollado por Leiva (2019), se calculó la condición corporal de los individuos mediante el índice SMI (*Scaled Mass Index*; Peig y Green, 2009), el cual asume que la condición corporal es independiente del tamaño y el sexo. Siguiendo la ECUACIÓN 1, donde  $M_i$  es la masa del individuo,  $LHC_0$  es el largo hocico cloaca (LHC) promedio de la población en estudio,  $LHC_i$  es el LHC del individuo, y  $b_{SMA}$  donde SMA es la regresión de mínimos cuadrados ordinarios de

las variables  $M_i$  y  $LHC_i$  transformadas logarítmicas, y  $b_{SMA}$  es la pendiente de esa regresión, el SMI se calcula como:

$$SMI_i = M_i * \left[ \frac{LHC_0}{LHC_i} \right]^{b_{SMA}}$$

**ECUACIÓN 1:** Ecuación de SMI, extraída de Peig y Green (2009).

### 3. Caracterización química

El análisis de las dietas y de las muestras de tejidos obtenidas de los ejemplares se realizó por duplicado o triplicado, en función de la técnica y la cantidad de matriz disponible, en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (Sede Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba). A partir de las muestras, procedimos a determinar la composición proximal y el perfil de ácidos grasos del alimento, y de las muestras extraídas de tejido muscular y cuerpo graso, siguiendo los procedimientos AOAC (1999) y los procedimientos actualizados usados en (Leiva, 2019; Simoncini y col., 2020), con algunas modificaciones.

#### 3.1 Composición proximal

##### 3.1.1 Cenizas

Se realizó el procedimiento siguiendo lo descrito en la AOAC 923.03 (1999), en una mufla INDEF, en la Planta Piloto de ICTA. Tomamos muestras de 1 a 2 g. de la matriz (alimento, tejido muscular, y grasa), los cuales se pesaron en una balanza digital de precisión Ohaus (precisión 0,0001 g.). Previamente pesamos los crisoles de porcelana (Masa placa) en los cuales realizamos el procedimiento, en la misma balanza, se los taró, y luego se pesó las matrices (Masa muestra). La mufla realiza una curva de elevación de temperatura escalonada que dura un total de 24 horas (hs.), la cual está compuesta de tres etapas, la primera lleva la temperatura a 200 °C por dos hs., luego asciende a 300 °C y se mantiene seis hs., y por último eleva la temperatura hasta 600 °C y la mantiene durante dieciséis hs. Luego de las 24 hs. que dura el procedimiento, retiramos los crisoles de la mufla con una pinza y se los dispuso en un desecador para su enfriamiento. Pasado 20 minutos (min) aproximadamente, llevamos los crisoles a la balanza digital donde volvimos a tomar una medida, masa final. Para obtener el porcentaje de cenizas (% de cenizas) usamos la siguiente formula:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{Masa final} - \text{Masa placa}}{\text{Masa muestra}} \times 100$$

### 3.1.2 Humedad

El porcentaje de humedad (% humedad), o contenido de agua de la muestra, se obtuvo por diferencia de peso, siguiendo lo descrito en la AOAC 934.01 (1999). Para este procedimiento, tomamos entre 2 y 5 g. de muestra de las matrices, utilizando la balanza analítica mencionada en punto anterior. El procedimiento se realizó en la mufla Arcano DZF-6020. Se configuró una curva de crecimiento de temperatura hasta llegar hasta los 100 °C (grados centígrados), la técnica duró aproximadamente 24 hs. Para este experimento se usó la balanza de precisión Ohaus, y tomamos el peso, en g., de los crisoles (Masa placa), luego se los taró, y mensuro la muestra (Masa muestra), calculamos por adición la masa total de ambos dos (Masa total), y finalizado el procedimiento, tomamos la masa final (Masa final). La obtención del porcentaje de agua la realizamos siguiendo la siguiente formula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Masa total} - \text{Masa final}}{\text{Masa muestra}} \times 100$$

### 3.1.3 Proteínas

El porcentaje de proteínas (% proteínas) lo obtuvimos siguiendo el Método de Kjeldahl descrito en la AOAC 984.13 (1999). Para este procedimiento tomamos aproximadamente 0,1 g. de muestra (Masa muestra), 0,7 g. aproximadamente de catalizador Kjeldahl (sulfato de cobre y sulfato de potasio 0,3%), todo esto se llevó al digestor Buchi, el cual separa los componentes nitrogenados de la materia orgánica, usando como catalizador ácido sulfúrico y calor, desde un manto calefactor; posteriormente pasamos a un destilador Buchi, para lo que usamos un Erlenmeyer, con una solución de Ácido Bórico, agua destilada y el indicador mixto de Sher (Rojo de metilo; y azul de metileno, en proporción 16:1 respectivamente) que reacciona con los compuestos nitrogenados en una reacción 1:1; por último, procedimos a la titulación de la solución obtenida usando ácido clorhídrico (HCl) (0,05 M o 0,025 M), en una bureta milimetrada hasta lograr un cambio cromático. Los datos que se tomaron masa de la muestra (Masa muestra), volumen de HCl (V (HCl)), la concentración de HCl (C (HCl)), y el factor de conversión general (8,75), los usamos para obtener el porcentaje de proteínas:

$$\% \text{ proteinas} = \frac{V(HCl) \times C(HCl) \times 8,75}{\text{Masa muestra}}$$

### 3.1.4 Lípidos generales

Procedimos siguiendo el método gravimétrico AOAC 920.39 a partir del cual cuantificamos el porcentaje de grasa de cada muestra, usando sifones Soxhlet. Se pesó aproximadamente 1 g. de muestra (masa muestra), en un cartucho de papel de filtro (masa final), también pesado (masa cartucho), a esto lo introducimos en un Soxhlet con Hexano como solvente, y lo calentamos usando un manto calefactor durante 6 hs. Posteriormente, retiramos los cartuchos, se los dejó secar, bajo campana, y tomamos el peso del cartucho con la muestra (masa total). El porcentaje de lípidos totales lo calculamos como:

$$\% \text{ lípidos} = \frac{\text{Masa Final} - \text{Masa Total}}{\text{Masa Muestra}} \times 100$$

Para el análisis de grasa tomamos 2 g. de muestra aproximadamente, dado que no se tenía ningún registro previo de un tratamiento similar. A las muestras de alimento como al tejido muscular lo pasamos previamente por un proceso de desecación para poder eliminar el agua de la muestra y evitar una reacción secundaria. Esto no fue necesario para la materia grasa debido a su bajo contenido acuoso.

### **3.2 Perfil de Ácidos Grasos**

Sometimos las muestras a extracción por ésteres metílicos de acuerdo a los lineamientos establecidos en la AOAC (1999), adaptado según los protocolos de Leiva y col., (2018) y Simoncini y col., (2020). Tomamos muestras de 4,5 g. aproximadamente de alimento y tejido muscular, las cuales las dispusimos en frascos individuales de color caramelo con 15 ml de Cloroformo/Metanol 2:1 (volumen/volumen) durante 12 hs, en un medio oscuro, luego, filtramos con papel de filtro y un embudo de vidrio, posteriormente los disolventes se eliminaron a presión reducida en un rotativo evaporador Buchi. Lo obtenido se saponificó con 10 ml de Hidróxido de Potasio calentado con un manto calefactor, en un equipo de reflujo. Luego procedimos con la metilación, agregamos a lo obtenido 15 ml de solución Cloruro de Amonio-Ácido Sulfúrico-Metanol y calentamos 30 min. en un manto calefactor de un equipo de reflujo. Pasados 30 min. de enfriamiento, se trasvaso usando una ampolla de separación y agregando 15 ml de hexano, luego agregamos Sulfato de Sodio Anhidro y lo volvimos a filtrar. Lo obtenido lo evaporamos en un rotativo evaporador y extrajimos el resultante con una pipeta automática y lo depositamos en un eppendorf rotulado. El mismo procedimiento fue utilizado con el cuerpo graso, a diferencia de que usamos menos muestra, aproximadamente 1 g., y que el tiempo de exposición a Cloroformo/Metanol, fue de 30 min., siguiendo el protocolo de Leiva y col. (2018).

Los ésteres metílicos de ácidos grasos resultantes fueron sometido a cromatografía gaseosa, en un sistema de columna capilar de 60 m con un diámetro interno de 0,25 mm (Polietilen glicol, Perkin Elmer Elite-WAX.). Se empleó un cromatógrafo Perkin Elmer

Clarus® 600 equipado con inyector split (a una temperatura de 250 °C en el puerto de inyección y en el detector) y detector de ionización por llama, con espectrómetro de masa acoplado (GC/MS). Se utilizó gas helio como fase móvil (a flujo constante de 49,6 psi). La temperatura del horno se mantuvo a 180 °C durante 5 min, luego aumentó hasta 200 °C a una tasa de 4 °C/min, y se mantuvo a esta temperatura por 5 min. Para finalizar, la temperatura aumentó hasta 230 °C, manteniéndose a esta temperatura por 25 min. La composición de ácidos grasos fue determinada usando el software Total Chrome por normalización de picos y comparando los tiempos de retención de los compuestos con los de un patrón externo conocido. Se registraron los porcentajes relativos de cada uno de los ésteres metílicos de ácidos.

#### 4. Análisis estadístico

Para comparar los parámetros de SMI, composición proximal, la proporción de los ácidos grasos de las dietas y los tejidos obtenidos de los animales utilizamos Modelos Lineales Generalizados (MLG). En todos los casos verificamos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (analizado gráficamente, o por test de Levene; y con el test de Shapiro Wilk). En todos los GLM analizamos cada parámetro y ácido graso en función del tipo de dieta (cuatro niveles: DC, DI, DCA y DCR). Cuando detectamos diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), las analizamos usando el test a posteriori de DGC. Los análisis estadísticos se realizaron en el software InfoStat-Statistical Software V. (v. 2016; Di Rienzo y col., 2016), y alternativamente se usó el software R. Ante la falta de normalidad optamos por el cambio en la distribución de los datos eligiendo la distribución Gamma. Así también, realizamos análisis de componentes principales para tener una aproximación descriptiva más certera de las asociaciones entre los tratamientos y los efectos que provocan sobre los ácidos grasos de los tejidos de los caimanes.

## RESULTADOS

**1. Tratamientos dietarios:** Las dietas ofrecidas a los caimanes presentaban diferencias en su composición proximal (TABLA 2) y perfil de AG (TABLA 3).

**TABLA 2:** Composición proximal de los 4 tratamientos dietarios, media y desvío estándar (DE): control (n=3), insecto (n=3), caracol (n=3), y carne roja (n=3), utilizados para alimentar a individuos de *C. latirostris* provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. Los resultados que expresan diferencias significativas se identifican con negrita, y con superíndices en letras los tratamientos entre los que se identificaron diferencias significativas.

	DIETA CONTROL	DIETA INSECTO	DIETA CARACOL	DIETA CARNE ROJA	P
	MEDIA ± DE				
COMPOSICION PROXIMAL					

CENIZAS (%/g)	14,783 ± 4,566 <sup>a</sup>	11,241 ± 1,977 <sup>b</sup>	18,573 ± 2,377 <sup>a</sup>	9,882 ± 3,621 <sup>b</sup>	<b>0,0468</b>
HUMEDAD (%/g)	65,610 ± 2,215	64,538 ± 1,063	60,274 ± 8,554	58,054 ± 14,661	0,6821
LIPIDOS (%/g)	26,421 ± 0,232 <sup>b</sup>	23,091 ± 1,479 <sup>b</sup>	25,685 ± 4,682 <sup>b</sup>	35,831 ± 1,813 <sup>a</sup>	<b>0,0296</b>
PROTEINAS (%/g)	52,527 ± 1,739 <sup>b</sup>	61,074 ± 4,533 <sup>a</sup>	53,567 ± 2,562 <sup>b</sup>	68,369 ± 0,303 <sup>a</sup>	<b>0,0130</b>

**TABLA 3:** Perfil de ácidos grasos de los 4 tratamientos dietarios, media y desvío estándar (DE): control (n=3), insecto (n=3), caracol (n=3), y carne roja (n=3), utilizados para alimentar a individuos de *C. latirostris* provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. Los resultados que expresan diferencias significativas se identifican con negrita, y con superíndices en letras los tratamientos entre los que se identificaron diferencias significativas.

	DIETA CONTROL	DIETA INSECTO	DIETA CARACOL	DIETA CARNE ROJA	P
	MEDIA ± DE				
<b>ACIDOS GRASOS</b>					
<b>ACIDOS GRASOS SATURADOS</b>					
C12:0	0,028 ± 0,005	0,039 ± 0,005	0,049 ± 0,017	0,038 ± 0,001	0,1268
C14:0	0,484 ± 0,040 <sup>b</sup>	0,676 ± 0,096 <sup>b</sup>	0,646 ± 0,091 <sup>b</sup>	1,541 ± 0,295 <sup>a</sup>	<b>0,0002</b>
C15:0	0,081 ± 0,006 <sup>b</sup>	0,102 ± 0,027 <sup>b</sup>	0,086 ± 0,003 <sup>b</sup>	0,320 ± 0,075 <sup>a</sup>	<b>0,0002</b>
C16:0	21,165 ± 0,580	22,128 ± 0,327	22,953 ± 0,974	22,072 ± 0,696	0,0733
C17:0	0,204 ± 0,005 <sup>b</sup>	0,263 ± 0,061 <sup>b</sup>	0,168 ± 0,093 <sup>b</sup>	0,968 ± 0,278 <sup>a</sup>	<b>0,0005</b>
C18:0	6,383 ± 0,377 <sup>b</sup>	6,732 ± 0,474 <sup>b</sup>	6,687 ± 0,136 <sup>b</sup>	8,457 ± 0,909 <sup>a</sup>	<b>0,0066</b>
C20:0	0,156 ± 0,006 <sup>a</sup>	0,157 ± 0,019 <sup>a</sup>	0,184 ± 0,038 <sup>a</sup>	0,120 ± 0,010 <sup>b</sup>	<b>0,0423</b>
C22:0	0,083 ± 0,025	0,056 ± 0,005	0,056 ± 0,009	0,036 ± 0,024	0,0679
<b>ACIDOS GRASOS INSATURADOS</b>					
C14:1	0,130 ± 0,015 <sup>b</sup>	0,136 ± 0,021 <sup>b</sup>	0,130 ± 0,004 <sup>b</sup>	0,541 ± 0,109 <sup>a</sup>	<b>&lt;0,0001</b>
C16:1n7	0,335 ± 0,032 <sup>a</sup>	0,340 ± 0,013 <sup>a</sup>	0,388 ± 0,070 <sup>a</sup>	0,212 ± 0,032 <sup>b</sup>	<b>0,0052</b>
C16:1n9	4,896 ± 0,253	4,900 ± 0,451	3,323 ± 2,686	4,963 ± 0,178	0,4336
C18:1n11	35,488 ± 0,086 <sup>b</sup>	34,981 ± 1,073 <sup>b</sup>	37,119 ± 2,583 <sup>b</sup>	43,809 ± 2,493 <sup>a</sup>	<b>0,0014</b>
C18:1 n9	1,545 ± 0,097 <sup>b</sup>	1,504 ± 0,117 <sup>b</sup>	1,413 ± 0,118 <sup>b</sup>	1,976 ± 0,176 <sup>a</sup>	<b>0,0032</b>
C18:2	24,587 ± 0,377 <sup>a</sup>	23,283 ± 0,951 <sup>a</sup>	22,610 ± 1,538 <sup>a</sup>	12,448 ± 3,937 <sup>b</sup>	<b>0,0005</b>
C18:3 n6	0,145 ± 0,024 <sup>a</sup>	0,145 ± 0,008 <sup>a</sup>	0,143 ± 0,012 <sup>a</sup>	0,082 ± 0,023 <sup>b</sup>	<b>0,0064</b>
C18:3 n3	1,771 ± 0,063 <sup>a</sup>	1,789 ± 0,178 <sup>a</sup>	1,786 ± 0,199 <sup>a</sup>	0,892 ± 0,300 <sup>b</sup>	<b>0,0013</b>
C20:1 (mezcla)	0,368 ± 0,060	0,535 ± 0,284	0,409 ± 0,041	0,234 ± 0,201	0,2987
C20:2 n11-14	0,249 ± 0,037	0,223 ± 0,046	0,240 ± 0,101	0,171 ± 0,074	0,5493
C20:3 n6	0,227 ± 0,025 <sup>a</sup>	0,196 ± 0,012 <sup>a</sup>	0,187 ± 0,028 <sup>a</sup>	0,150 ± 0,028 <sup>b</sup>	<b>0,0289</b>
C20:4	0,848 ± 0,082	0,975 ± 0,331	0,755 ± 0,216	0,409 ± 0,311	0,1143
C20:3 n3	0,018 ± 0,005	0,013 ± 0,011	0,019 ± 0,003	0,053 ± 0,058	0,3743
C20:5	0,026 ± 0,015	0,093 ± 0,038	0,087 ± 0,034	0,121 ± 0,173	0,6448
C22:1	0,047 ± 0,010	0,071 ± 0,043	0,110 ± 0,063	0,032 ± 0,023	0,1679
C22:2	0,007 ± 0,007	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,012 ± 0,016	0,3444
C22:4	0,289 ± 0,078	0,295 ± 0,160	0,191 ± 0,055	0,146 ± 0,101	0,3006
C22:5 + C24:0	0,209 ± 0,077	0,148 ± 0,051	0,122 ± 0,024	0,097 ± 0,074	0,2044
C22:6 + C24:1	0,231 ± 0,063	0,214 ± 0,113	0,137 ± 0,043	0,100 ± 0,084	0,2213
n-6	26,350 ± 0,563 <sup>a</sup>	25,116 ± 0,960 <sup>a</sup>	24,126 ± 1,937 <sup>a</sup>	13,418 ± 4,371 <sup>b</sup>	<b>0,0007</b>
n-3	2,256 ± 0,145 <sup>a</sup>	2,266 ± 0,046 <sup>a</sup>	2,152 ± 0,213 <sup>a</sup>	1,262 ± 0,235 <sup>b</sup>	<b>0,0003</b>
n-6/n-3	11,704 ± 0,522	11,093 ± 0,622	11,269 ± 1,189	10,456 ± 1,726	0,6124
Saturados (AGS)	28,584 ± 0,947 <sup>b</sup>	30,153 ± 0,935 <sup>b</sup>	30,829 ± 1,152 <sup>b</sup>	33,552 ± 2,064 <sup>a</sup>	<b>0,0125</b>
Insaturados (AGI)	71,416 ± 0,947 <sup>a</sup>	69,847 ± 0,935 <sup>a</sup>	69,171 ± 1,152 <sup>a</sup>	66,448 ± 2,064 <sup>b</sup>	<b>0,0125</b>
Monosaturados (AGMS)	42,810 ± 0,240 <sup>b</sup>	42,466 ± 0,689 <sup>b</sup>	42,893 ± 1,029 <sup>b</sup>	51,767 ± 2,605 <sup>a</sup>	<b>0,0001</b>
Poliinsaturados (AGPS)	28,606 ± 0,706 <sup>a</sup>	27,381 ± 0,924 <sup>a</sup>	26,278 ± 1,999 <sup>a</sup>	14,680 ± 4,599 <sup>b</sup>	<b>0,0006</b>
AGI/AGS	2,501 ± 0,115 <sup>a</sup>	2,319 ± 0,105 <sup>a</sup>	2,247 ± 0,124 <sup>a</sup>	1,988 ± 0,181 <sup>b</sup>	<b>0,0103</b>

AGMS/AGS	1,499 ± 0,058 <sup>a</sup>	1,409 ± 0,057 <sup>b</sup>	1,392 ± 0,038 <sup>b</sup>	1,544 ± 0,034 <sup>a</sup>	<b>0,0135</b>
AGPS/AGS	1,002 ± 0,057 <sup>a</sup>	0,909 ± 0,055 <sup>a</sup>	0,855 ± 0,097 <sup>a</sup>	0,444 ± 0,163 <sup>b</sup>	<b>0,0008</b>

Las dietas ofrecidas a los animales contienen diferencias en la cantidad de cenizas ( $p=0,0468$ ), la dieta de los grupos DC y DM tienen medias significativamente mayores respecto a los tratamientos DI y DCR. Así mismo, se encontraron diferencias en el porcentaje de proteínas ( $p=0,0130$ ) teniendo los tratamientos DCR y DI mayor media de contenido proteico que los tratamientos DM y DC. Además, se encontraron diferencias ( $p=0,0296$ ) en el contenido de lípidos totales, teniendo la dieta DCR valores de media significativamente mayores que el resto de los tratamientos.

Respecto a los ácidos grasos, las dietas mostraron diferencias en su composición de los ácidos grasos, el tratamiento DCR mostro medias significativamente inferiores de C16:1 n-7 (ácido palmitoleico) ( $p=0,0052$ ), C18:2 (ácido linoleico) ( $p=0,0005$ ), C18:3 n-6 (ácido gamma-linolénico) ( $p=0,0064$ ), C18:3 n-3 (ácido alfa-linolénico) ( $p=0,013$ ), C20:0 (ácido araquídico) ( $p=0,0423$ ), C20:3 n-6 ( $p=0,0289$ ), respecto a los otros tratamientos. Sin embargo, el mismo tratamiento, el DCR, presento valores de medias significativamente mayores de C14:0 (ácido mirístico) ( $p=0,0002$ ), C14:1 (ácido miristoleico) ( $p<0,0001$ ), C15:0 (ácido pentadecanoico) ( $p=0,0002$ ), C17:0 (ácido margárico) ( $p=0,0005$ ), C18:0 (ácido esteárico) ( $p=0,0066$ ), C18:1 n-11 ( $p=0,0014$ ), y C18:1 n-9 (ácido oleico) ( $p=0,003$ ), respecto a las otras dietas. La dieta control posee valores promedio menores de C16:0 (ácido palmítico) ( $p=0,0733$ ) y mayores para el AG C22:0 (ácido behénico) ( $p=0,0679$ ) respecto al resto de los tratamientos.

En la sumatoria de ácidos grasos saturados (AGS) se encontraron diferencias significativas ( $p=0,0125$ ), el tratamiento DCR tiene valores medios superiores de este tipo de AG en comparación con los otros tratamientos. De la misma forma la sumatoria de ácidos grasos insaturados (AGI) dio lo opuesto, los tratamientos DC, DI y DM tuvieron medias significativamente mayores, al tratamiento DCR ( $p=0,0125$ ). El análisis de los AGI se desglosa en los ácidos grasos monosaturados (AGMS) y los ácidos grasos poliinsaturados (AGPS), dentro de los AGMS, el tratamiento DCR tuvo una media significativamente mayor que los demás tratamientos ( $p=0,0001$ ), mientras que en los AGPS se vio lo opuesto, los tratamientos DC, DI y DM tuvieron medias significativamente superiores al tratamiento DCR ( $p=0,0006$ ). Dentro de los AGI, se encuentran la familia de los n-6 y de los n-3. La cuantificación de los n-6 dio que los tratamientos DC, DI y DM tuvieron medias significativamente mayores que el tratamiento DCR ( $p=0,0007$ ), así también los n-3 dieron diferencias de medias estadísticamente mayores ( $p=0,0003$ ) para los tratamientos DI, DC y DM (de mayor a menor), en relación a el tratamiento de DCR. La relación entre AGI y AGS dio diferencias significativas habiendo medias mayores en este valor, los tratamientos DC, DI y DM, en comparación con el tratamiento DCR ( $p=0,0103$ ), la relación entre AGMS y AGS también dio diferencias

significativas, habiendo mayor relación en los tratamientos DCR y DC, en comparación con la dieta enriquecida con insecto y caracol ( $p=0,0135$ ), por último, la relación entre AGPS y AGS dio diferencias significativas, teniendo mayor media en la relación los tratamientos DC, DI y DM (en ese orden), en comparación con el tratamiento de carne roja ( $p=0,0008$ ).

**2. Condición Corporal y Tejido Muscular:** La condición corporal final de los individuos de *C. latirostris* (TABLA 4) no se vio modificada por la dieta consumida durante el experimento. La composición proximal y los AG del tejido muscular de los individuos alimentados con las diferentes dietas fueron similares (TABLA 4 y 5), registramos diferencias en el AG n-9 C20:1, el cual fue mayor en los tratamientos control e insectos, respecto a los tratamientos carne roja y caracol ( $p=0,0051$ ).

**TABLA 4:** Condición corporal SMI (*scaled mass index*) y composición proximal de las muestras de tejido muscular (*M. ilio-ischio-caudalis*) de *C. latirostris* (N=11), provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. Se pueden ver los cuatro tratamientos dietarios: DC (n=2), DI (n=3), DM (n=3), y DCR (n=3), cada uno con su media y desvío estándar (DE). Los parámetros que expresan diferencias se identifican con negrita, y con superíndices en letras los tratamientos entre los que se identificaron diferencias significativas.

	DIETA CONTROL	DIETA INSECTO	DIETA CARACOL	DIETA CARNE ROJA	P
	MEDIA ± DE				
SMI	1,345 ± 0,054	1,586 ± 0,122	1,540 ± 0,099	1,690 ± 0,050	0,3701
COMPOSICION PROXIMAL					
CENIZAS (%/g)	5,023 ± 0,427	5,686 ± 0,800	4,960 ± 0,325	5,473 ± 0,441	0,6347
HUMEDAD (%/g)	79,037 ± 0,493	78,251 ± 1,385	76,965 ± 1,605	78,892 ± 0,619	0,4273
LIPIDOS (%/g)	3,958 ± 0,711	8,355 ± 1,973	7,682 ± 0,473	6,023 ± 1,219	0,2648
PROTEINAS (%/g)	82,138 ± 0,579	85,511 ± 1,175	87,746 ± 0,156	86,586 ± 3,814	0,3048

**TABLA 5:** Perfil de ácidos grasos de las muestras de tejido muscular (*M. ilio-ischio-caudalis*) de *C. latirostris* (N=11), provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. Se observan los cuatro tratamientos dietarios: DC (n=2), DI (n=3), DM (n=3), y DCR (n=3), cada uno con su media y desvío estándar (DE). Los parámetros que expresan diferencias se identifican con negrita, y con superíndices en letras los tratamientos entre los que se identificaron diferencias significativas.

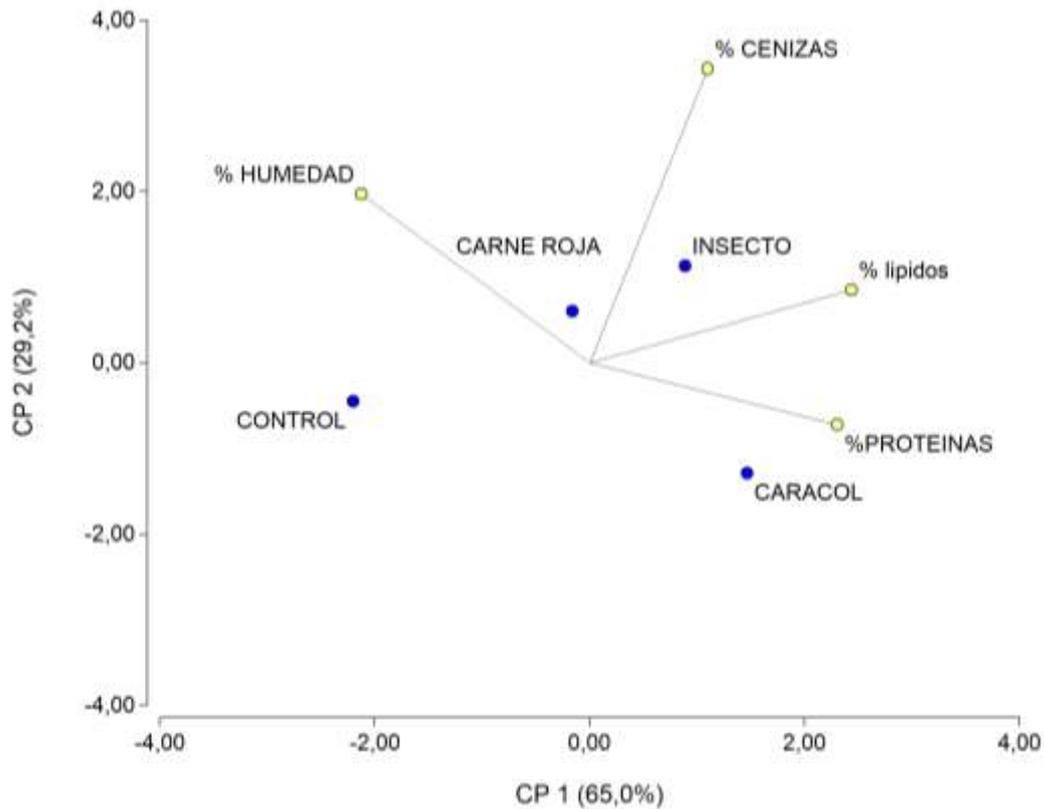
	DIETA CONTROL	DIETA INSECTO	DIETA CARACOL	DIETA CARNE ROJA	P
	MEDIA ± DE				
ACIDOS GRASOS					
ACIDOS GRASOS SATURADOS					
C12:0	0,044 ± 0,011	0,040 ± 0,018	0,041 ± 0,033	0,036 ± 0,025	0,9294
C13:0	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,004 ± 0,006	0,002 ± 0,003	0,7806
C14:0	0,538 ± 0,503	0,311 ± 0,162	0,287 ± 0,059	0,299 ± 0,125	0,4261
C15:0	0,083 ± 0,016	0,091 ± 0,025	0,177 ± 0,165	0,081 ± 0,033	0,8357

C16:0	18,897 ± 1,435	19,975 ± 2,570	21,279 ± 1,934	20,163 ± 1,148	0,1881
C17:0	0,242 ± 0,151	0,195 ± 0,064	0,183 ± 0,067	0,180 ± 0,032	0,7163
C18:0	11,873 ± 3,245	9,767 ± 2,436	9,191 ± 1,031	8,035 ± 1,245	0,1778
C19:0	0,000 ± 0,000	0,001 ± 0,002	0,013 ± 0,017	0,015 ± 0,025	0,6942
C20:0	0,156 ± 0,038	0,140 ± 0,017	0,135 ± 0,019	0,112 ± 0,013	0,2116
C22:0	0,047 ± 0,030	0,039 ± 0,026	0,024 ± 0,027	0,029 ± 0,024	0,6343
ACIDOS GRASOS INSATURADOS					
C13:1	0,000 ± 0,000	0,001 ± 0,001	0,011 ± 0,014	0,005 ± 0,009	0,7731
C14:1	0,054 ± 0,050	0,056 ± 0,055	0,068 ± 0,018	0,051 ± 0,026	0,9548
C16:1n7	0,300 ± 0,036	0,296 ± 0,032	0,321 ± 0,051	0,420 ± 0,232	0,9563
C16:1n9	1,961 ± 1,042	2,840 ± 1,238	2,796 ± 0,574	2,730 ± 1,206	0,6126
C17:1	0,000 ± 0,000	0,008 ± 0,017	0,020 ± 0,024	0,008 ± 0,013	0,7706
C18:1n11	17,948 ± 9,651	21,295 ± 9,226	23,484 ± 4,210	23,459 ± 5,780	0,5067
C18:1 n9	4,374 ± 1,351	3,011 ± 1,360	3,520 ± 0,643	3,496 ± 0,958	0,3092
C18:2	25,711 ± 2,082	27,610 ± 2,127	26,240 ± 1,570	28,075 ± 0,867	0,5253
C18:3 n6	0,058 ± 0,041	0,080 ± 0,040	0,070 ± 0,021	0,092 ± 0,025	0,5971
C18:3 n3	0,745 ± 0,363	1,201 ± 0,417	0,988 ± 0,291	1,183 ± 0,338	0,4513
C20:1 (mezcla)	0,544 ± 0,208 <sup>a</sup>	0,490 ± 0,110 <sup>a</sup>	0,319 ± 0,095 <sup>b</sup>	0,373 ± 0,049 <sup>b</sup>	<b>0,0051</b>
C20:2 n11-14	0,888 ± 0,325	1,168 ± 0,843	0,618 ± 0,100	0,652 ± 0,341	0,1056
C20:3 n6	0,352 ± 0,096	0,312 ± 0,056	0,266 ± 0,026	0,271 ± 0,023	0,2542
C20:4	8,543 ± 4,195	6,663 ± 3,675	5,931 ± 2,194	6,404 ± 2,932	0,6513
C20:3 n3	0,059 ± 0,024	0,045 ± 0,012	0,060 ± 0,058	0,027 ± 0,010	0,5607
C20:5	0,283 ± 0,330	0,088 ± 0,043	0,181 ± 0,266	0,188 ± 0,183	0,3968
C22:1	0,046 ± 0,047	0,080 ± 0,058	0,043 ± 0,023	0,057 ± 0,035	0,4326
C22:2	0,021 ± 0,018	0,009 ± 0,014	0,115 ± 0,174	0,005 ± 0,006	0,6961
C22:4	1,561 ± 0,656	1,263 ± 0,619	1,088 ± 0,251	1,027 ± 0,368	0,5058
C22:5 + C24:0	1,593 ± 0,836	1,146 ± 0,601	1,100 ± 0,331	0,951 ± 0,375	0,3839
C22:6 + C24:1	3,080 ± 0,471	1,778 ± 0,938	1,425 ± 0,490	1,576 ± 0,624	0,2253
n-6	37,134 ± 6,701	37,104 ± 5,988	34,328 ± 3,067	36,526 ± 4,242	0,6151
n-3	5,760 ± 0,657	4,259 ± 1,313	3,754 ± 0,807	3,925 ± 0,843	0,2707
n-6/n-3	6,936 ± 0,850	9,125 ± 1,901	9,764 ± 1,691	10,092 ± 1,226	0,4054
Saturados (AGS)	31,880 ± 2,738	30,561 ± 3,814	31,335 ± 2,718	28,951 ± 1,784	0,3287
Insaturados (AGI)	68,120 ± 2,738	69,439 ± 3,814	68,665 ± 2,718	71,049 ± 1,784	0,3287
Monosaturados (AGMS)	25,226 ± 9,179	28,076 ± 10,121	30,582 ± 4,154	30,599 ± 5,988	0,5506
Poliinsaturados (AGPS)	42,894 ± 7,313	41,363 ± 7,151	38,083 ± 3,649	40,451 ± 5,031	0,4403
AGI/AGS	2,176 ± 0,250	2,317 ± 0,399	2,215 ± 0,278	2,470 ± 0,209	0,2997
AGMS/AGS	0,824 ± 0,332	0,961 ± 0,432	0,995 ± 0,223	1,075 ± 0,246	0,5799
AGPS/AGS	1,352 ± 0,214	1,356 ± 0,176	1,220 ± 0,126	1,396 ± 0,138	0,1388

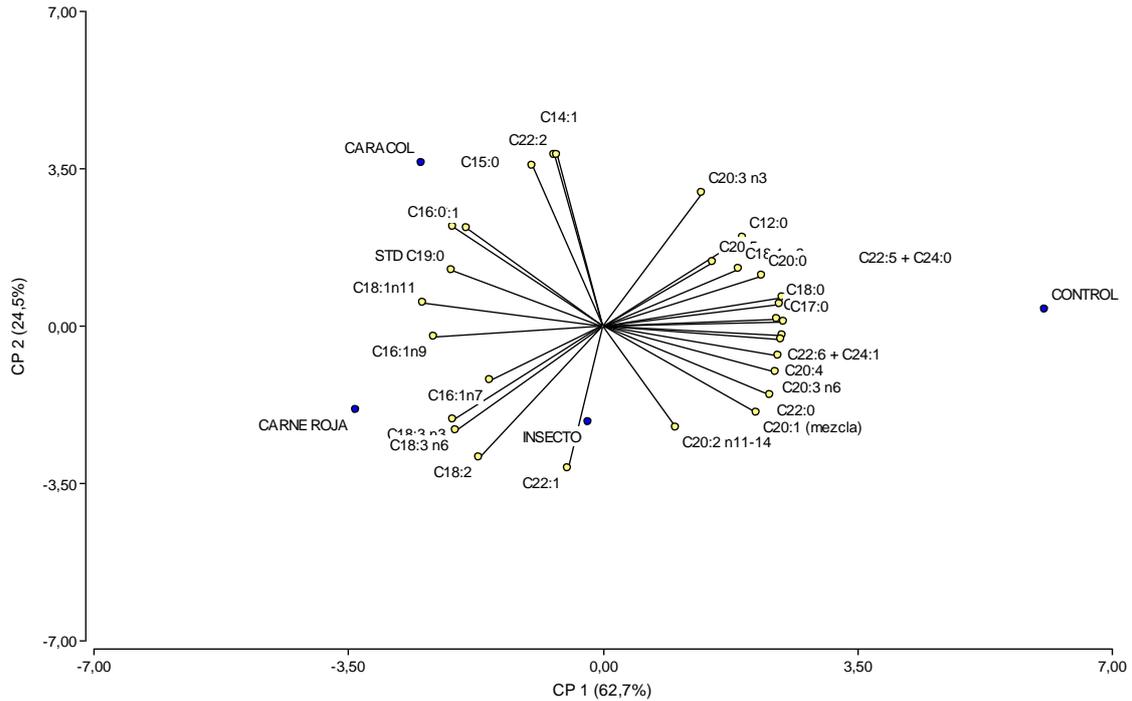
A partir de un análisis de componentes principales (FIGURA 4) se puede ver que los valores y variaciones de la composición proximal del tejido muscular tienen más relación con las dietas enriquecidas que con la dieta control. Los resultados en la dieta DM se encuentran más relacionados con variaciones en la cantidad de proteínas. De igual forma, los resultados de la DI se encuentran más asociados con variaciones en lípidos y cenizas. La dieta DCR no se encuentra asociada a ningún parámetro en particular. En el gráfico se ve que con el ACP se puede explicar un 94,2% de la variabilidad de los datos.

A partir del análisis de componentes principales de la FIGURA 5, se puede ver que los valores y variaciones de casi todos los ácidos grasos del tejido muscular tienen más relación con los tratamientos que con la dieta control. Se destaca en el gráfico que los ácidos grasos esenciales C18:2 y C18:3 n-3 están más asociados a los tratamientos DCR y DI. Mientras que

las variaciones de C18:1 n-9 y muchos ácidos grasos saturados se encuentran orientadas al tratamiento DC. Respecto al tratamiento DM se destaca que este más asociado a ácidos grasos no esenciales de cadena corta, saturados e insaturados, sin embargo, también se ve que se encuentra muy relacionado con variaciones en C22:2, un ácido graso esencial n-6.



**FIGURA 4:** Análisis de componentes principales de la composición proximal del tejido muscular en función de cada tratamiento de *C. latirostris*, control, insecto, caracol, y carne roja. Se ven las asociaciones de los parámetros cenizas, humedad, proteínas, y humedad, con los tratamientos dietarios.



**FIGURA 5:** Análisis de componentes principales del perfil de ácidos grasos del tejido muscular de *C. latirostris* donde se ven las asociaciones de los tratamientos control, insectos, caracol, y carne roja, en función de cada ácido graso analizado en la TABLA 5.

**3. Cuerpo graso:** Los resultados de cuerpo graso de los caimanes bajo experimento muestran que hay diferencias en la composición proximal (TABLA 6). El porcentaje de humedad mostro variaciones en los tratamientos DC y DM, en comparación con los tratamientos DCR y DI ( $p=0,0178$ ). Además, el porcentaje de proteínas de las muestras mostraron diferencias significativas ( $p=0,0451$ ), en las dietas DC y DCR, en comparación con los tratamientos DM y DI. Respecto a los perfiles de ácidos grasos del cuerpo graso de individuos de *C. latirostris* alimentados con dietas enriquecidas no evidenciaron diferencias en su composición respecto a la dieta control (TABLA 7).

**TABLA 6:** Composición proximal de las muestras de cuerpo graso de *C. latirostris* (N=11), provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. Se observan la media y el desvío estándar (DE), de los cuatro tratamientos dietarios: DC (n=2), DI (n=3), DM (n=3), y DCR (n=3). Los resultados que expresan diferencias significativas se identifican con negrita, y con superíndices en letras los tratamientos entre los que se identificaron diferencias significativas.

	DIETA CONTROL	DIETA INSECTO	DIETA CARACOL	DIETA CARNE ROJA	P
	MEDIA ± DE				
<b>COMPOSICION PROXIMAL</b>					
CENIZAS (%/g)	0,131 ± 0,084	0,051 ± 0,062	0,083 ± 0,062	0,046 ± 0,041	0,1710

HUMEDAD (%/g)	12,708 ± 1,637 <sup>a</sup>	7,306 ± 1,181 <sup>b</sup>	11,439 ± 3,394 <sup>a</sup>	8,937 ± 1,209 <sup>b</sup>	<b>0,0178</b>
LIPIDOS (%/g)	99,775 ± 2,638	99,413 ± 0,746	96,296 ± 3,798	97,127 ± 3,865	0,4492
PROTEINAS (%/g)	2,241 ± 0,268 <sup>a</sup>	1,731 ± 0,221 <sup>b</sup>	1,758 ± 0,422 <sup>b</sup>	2,232 ± 0,429 <sup>a</sup>	<b>0,0451</b>

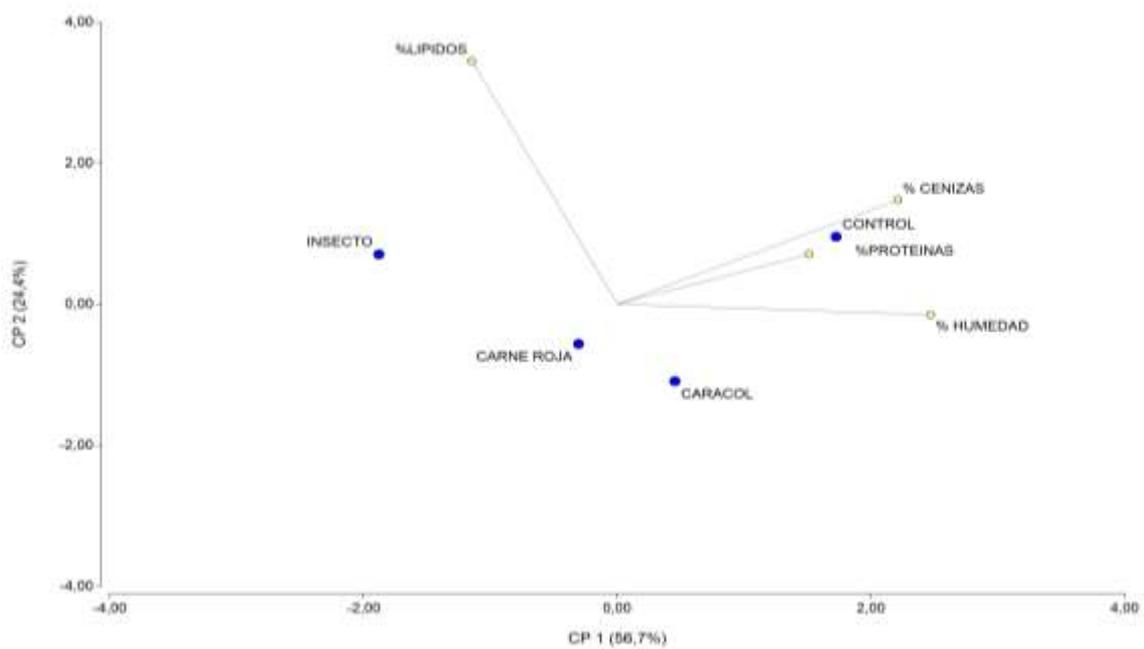
**TABLA 7:** Perfil de ácidos grasos de las muestras de cuerpo graso de *C. latirostris* (N=11), provenientes del plan de uso sustentable y conservación “Proyecto Yacaré”. Se observan la media y el desvío estándar (DE), de los cuatro tratamientos dietarios: DC (n=2), DI (n=3), DM (n=3), y DCR (n=3). Los resultados que expresan diferencias significativas se identifican con negrita, y con superíndices en letras los tratamientos entre los que se identificaron diferencias significativas.

	DIETA CONTROL	DIETA INSECTO	DIETA CARACOL	DIETA CARNE ROJA	P
	MEDIA ± DE				
<b>ACIDOS GRASOS</b>					
<b>ACIDOS GRASOS SATURADOS</b>					
C12:0	0,019 ± 0,002	0,022 ± 0,004	0,018 ± 0,005	0,017 ± 0,003	0,9977
C13:0	0,001 ± 0,002	0,001 ± 0,000	0,001 ± 0,001	0,001 ± 0,001	0,6861
C14:0	0,419 ± 0,043	0,421 ± 0,036	0,416 ± 0,032	0,393 ± 0,039	0,5156
C15:0	0,088 ± 0,005	0,087 ± 0,008	0,084 ± 0,003	0,082 ± 0,006	0,4840
C16:0	18,910 ± 0,523	19,479 ± 0,592	19,480 ± 0,561	19,656 ± 0,616	0,2751
C17:0	0,168 ± 0,011	0,171 ± 0,004	0,160 ± 0,003	0,167 ± 0,007	0,6114
C18:0	5,732 ± 0,136	5,674 ± 0,234	5,578 ± 0,166	5,813 ± 0,0119	0,7580
C19:0	0,010 ± 0,011	0,010 ± 0,013	0,022 ± 0,028	0,009 ± 0,012	0,7462
C20:0	0,151 ± 0,029	0,127 ± 0,023	0,122 ± 0,021	0,104 ± 0,034	0,1737
C22:0	0,048 ± 0,043	0,036 ± 0,029	0,024 ± 0,024	0,025 ± 0,025	0,6274
<b>ACIDOS GRASOS INSATURADOS</b>					
C13:1	0,001 ± 0,002	0,001 ± 0,000	0,001 ± 0,002	0,001 ± 0,001	0,8612
C14:1	0,073 ± 0,008	0,079 ± 0,011	0,077 ± 0,008	0,068 ± 0,008	0,3333
C16:1n7	0,343 ± 0,036	0,340 ± 0,069	0,360 ± 0,038	0,355 ± 0,075	0,8864
C16:1n9	4,260 ± 0,326	4,579 ± 0,172	4,511 ± 0,197	4,299 ± 0,236	0,6033
C17:1	0,073 ± 0,032	0,084 ± 0,031	0,076 ± 0,022	0,072 ± 0,029	0,9599
C18:1n11	33,777 ± 0,247	33,769 ± 0,340	33,398 ± 0,281	33,571 ± 0,229	0,5855
C18:1 n9	1,889 ± 0,224	1,710 ± 0,075	1,854 ± 0,159	1,817 ± 0,304	0,2414
C18:2	29271 ± 0,837	28,949 ± 0,397	29,345 ± 0,857	29,131 ± 0,246	0,9238
C18:3 n6	0,121 ± 0,017	0,109 ± 0,024	0,113 ± 0,039	0,088 ± 0,028	0,4719
C18:3 n3	1,659 ± 0,100	1,791 ± 0,034	1,739 ± 0,055	1,734 ± 0,079	0,7555
C20:1 (mezcla)	0,526 ± 0,094	0,429 ± 0,053	0,439 ± 0,041	0,418 ± 0,035	0,1975
C20:2 n11-14	0,365 ± 0,073	0,290 ± 0,048	0,295 ± 0,050	0,361 ± 0,140	0,4885
C20:3 n6	0,264 ± 0,041	0,233 ± 0,024	0,223 ± 0,044	0,206 ± 0,068	0,7981
C20:4	0,927 ± 0,204	0,863 ± 0,072	0,973 ± 0,090	0,915 ± 0,096	0,3922
C20:3 n3	0,036 ± 0,005	0,032 ± 0,007	0,037 ± 0,008	0,041 ± 0,014	0,1239
C20:5	0,024 ± 0,012	0,022 ± 0,010	0,018 ± 0,015	0,016 ± 0,007	0,6215
C22:1	0,036 ± 0,017	0,028 ± 0,011	0,029 ± 0,015	0,037 ± 0,032	0,4815
C22:2	0,012 ± 0,011	0,013 ± 0,009	0,013 ± 0,009	0,013 ± 0,009	0,9892
C22:4	0,335 ± 0,181	0,250 ± 0,111	0,241 ± 0,110	0,226 ± 0,145	0,6541
C22:5 + C24:0	0,185 ± 0,125	0,170 ± 0,080	0,152 ± 0,058	0,149 ± 0,063	0,8657
C22:6 + C24:1	0,278 ± 0,210	0,231 ± 0,100	0,202 ± 0,067	0,218 ± 0,083	0,7672
n-6	31,294 ± 0,707	30,707 ± 0,258	31,202 ± 0,875	30,940 ± 0,551	0,6856
n-3	2,183 ± 0,419	2,245 ± 0,151	2,147 ± 0,165	2,156 ± 0,205	0,9511
n-6/n-3	14,981 ± 2,749	13,779 ± 0,827	14,670 ± 0,962	14,510 ± 1,123	0,8546
Saturados (AGS)	25,545 ± 0,499	26,029 ± 0,327	25,905 ± 0,656	26,267 ± 0,654	0,4133
Insaturados (AGI)	74,455 ± 0,499	73,971 ± 0,327	74,095 ± 0,656	73,733 ± 0,654	0,4133
Monosaturados (AGMS)	40,978 ± 0,332	41,019 ± 0,279	40,745 ± 0,349	40,637 ± 0,304	0,4636

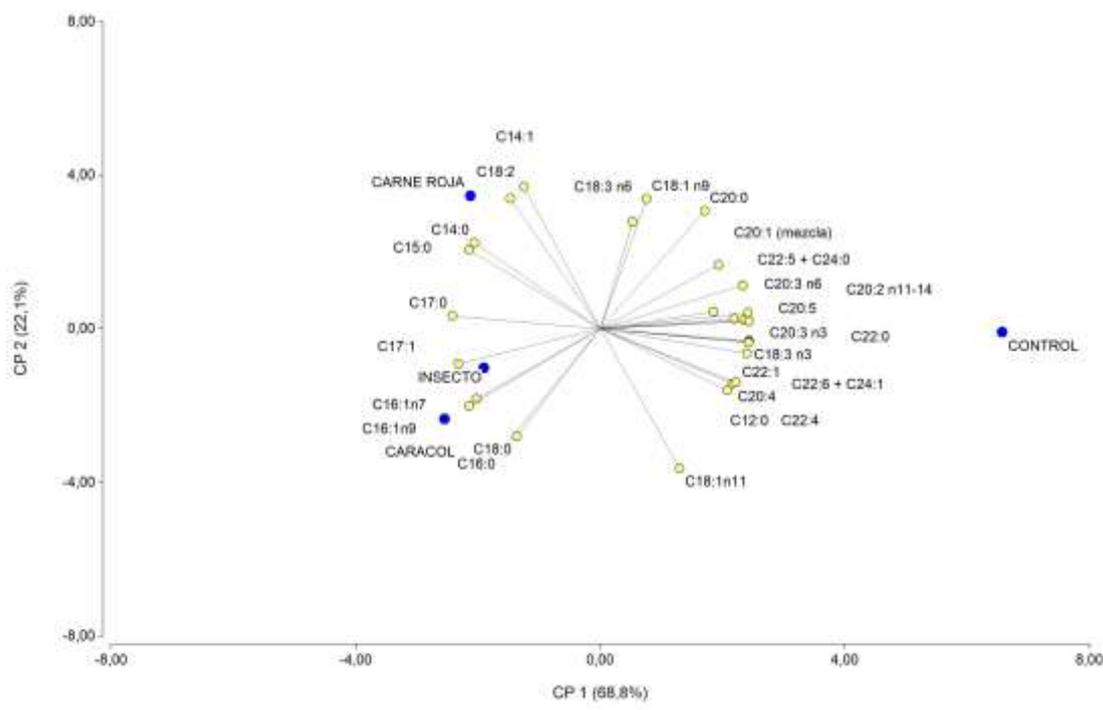
Poliinsaturados (AGPS)	33,477 ± 0,668	32,952 ± 0,203	33,349 ± 1,000	33,096 ± 0,727	0,6512
AGI/AGS	2,918 ± 0,075	2,843 ± 0,055	2,863 ± 0,097	2,810 ± 0,096	0,4116
AGMS/AGS	1,606 ± 0,032	1,577 ± 0,033	1,574 ± 0,027	1,548 ± 0,039	0,3763
AGPS/AGS	1,312 ± 0,043	1,267 ± 0,026	1,289 ± 0,070	1,262 ± 0,058	0,4766

El análisis de componentes principales (FIGURA 6) del cuerpo graso de yacaré overo, evidenció que la DC está mayormente asociada con los porcentajes de proteínas y cenizas, en su caracterización respecto a los tratamientos dietarios. En el grafico se ve que con el ACP se puede explicar un 81,1% de la variabilidad de los datos.

Un análisis descriptivo de Componentes Principales (ACP) (FIGURA 7) muestra que hay más relación en los ácidos grasos en los tres tratamientos respecto al control. El tratamiento DCR está más relacionado con variaciones de C18:2 y ácidos grasos saturados C14:0 y C15:0, mientras que las dietas DI y DM tienen valores asociados a modificaciones en C16:1 n-7, C16:1 n-9, C17:1. Las variaciones de casi todos los ácidos grasos esenciales, y ácidos grasos de cadena larga, están más asociadas a la dieta control.



**FIGURA 6:** Análisis de componentes principales de la composición proximal del cuerpo graso en función de cada tratamiento de *C. latirostris*, control, insecto, caracol, y carne roja. Se ven las asociaciones de los parámetros cenizas, humedad, proteínas, y humedad, con los tratamientos dietarios.



**FIGURA 7:** Análisis de componentes principales (ACP) del perfil de ácidos grasos del cuerpo graso de *C. latirostris*. Se ven las asociaciones de los tratamientos control, insectos, caracol, y carne roja, en función de cada ácido graso analizado en la TABLA 7.

## DISCUSIÓN

Este estudio nos permitió comenzar a describir y comprender el aporte dietario de los ítems alimentarios silvestres de *C. latirostris*, siendo el primero en reportar la caracterización química de la dieta enriquecida con ítems silvestres y analizar su incidencia en los tejidos muscular y graso. Del análisis de las dietas experimentales obtenidas de los enriquecimientos elegidos, encontramos que el porcentaje de cenizas de la dieta de moluscos que tiene un suplemento de caracoles *Pomacea*, estos se caracterizan por poseer una concha compuesta por carbonato de calcio y conquiolina (Rupert y Barnes, 1996; Vázquez-Silva y col., 2011). El carbonato de calcio es esencialmente un mineral, lo que marca una diferencia durante el proceso de extracción de cenizas a tal punto que si es lo suficientemente grande quedan remanentes visibles posterior al proceso, en adición, el macerado de cabezas de pollo, que es parte de la dieta, está compuesto por huesos, lo que también marca una diferencia en la cantidad de minerales disponibles. Esto puede explicar el mayor porcentaje de minerales de los tratamientos DM y DC, en relación con los otros dos tratamientos (DI y DCR), los cuales tienen una menor proporción de dieta control. Cabe mencionar que los moluscos son un porcentaje esencial de consumo de los caimanes en la naturaleza, representando un 27 % de la dieta en esta etapa de su vida y manteniéndose como fuente de alimentos en todas las etapas de vida (Borteiro y col., 2008). Además, los trabajos de dieta en naturaleza llevados a cabo mediante la técnica de lavaje

estomacal (Adjad, 2005), evidencian restos de los opérculos (una estructura calcificada) de caracoles del género *Pomacea*, indicando que esto es un material difícil de digerir para los individuos evaluados.

Respecto al contenido de proteínas, el análisis de las dietas indica lo esperado, en los insectos las proteínas son el componente principal, cuyo contenido varía entre el 13% y el 70% de su peso total dependiendo de la etapa del crecimiento y el orden taxonómico (Akhtar e Isman, 2018; Avendaño y col., 2020), el enriquecimiento de la dieta de 32,5 g de homogeneizado de insectos aumento la cantidad de proteínas en un 16,3 %. A su vez es sabido por estudios de caracterización de alimentos (Adjad, 2005; Borteiro y col., 2008; Rodríguez y col., 2011) que los insectos forman parte de la dieta de los caimanes durante toda la vida, variando su porcentaje dependiendo de la etapa en la que se encuentren. La alimentación con proteínas de insectos evidencia cambios significativos en el tamaño, ganancia de peso y la posibilidad de supervivencia en los neonatos de *Crocodylus Moreletii* como se ve en el trabajo de Melo-Ruiz y col. (2018) en el que se usó harina de tres especies de grillos como parte de la formulación de una dieta enriquecida. Es muy probable que el uso de homogeneizado de insectos en las dietas de los criaderos en un tiempo más prolongado al usado acá afecte de forma positiva la condición corporal de los animales juveniles y adultos. El uso de insectos por su contenido nutricional se está expandiendo al enriquecimiento de la dieta de muchos animales de cría salvajes y domésticos, así mismo en algunos países esta culturalmente aceptado como parte del consumo humano (Akhtar e Isman, 2018; Avendaño y col., 2020). Por otro lado, en la dieta de carne roja (DCR) se evidenció un aumento del 30,1% de proteínas en la dieta enriquecida, lo que se debe a que la carne roja comercial tiene altos valores de proteína animal disponible el cual varía según la cantidad de grasa y el sistema de pastoreo (entre 19,22 y 20,83 g/100g), siendo considerablemente mayor el contenido proteico en relación a otros animales de consumo humano regular (Moreira y col., 2003; Hoffman y Cawthorn, 2013). Es necesario tener en cuenta que la carne roja se usó a modo representativo a la ingesta de vertebrados, en estado salvaje este ítem alimentario representa el 15% de su alimentación habitual en la etapa de vida juvenil según Borteiro y col. (2008). En otras experiencias controladas se usó la carne o las vísceras vacunas como enriquecimiento alimentario para cocodrilianos siempre evidenciando un aumento de los parámetros longitud y peso (Talavera, 2000), triglicéridos, magnesio y potasio (Koza y col., 2010; 2012).

En relación a los resultados de los lípidos totales en las dietas, podemos decir que el alimento base (DC) posee una cantidad de grasas que las aportaría la cabeza (cerebro) y la piel de los pollos (Simoncini y col., 2020). La dieta DCR tiene mayores valores de lípidos porque, además de la cantidad de grasas que proporciona el alimento regular, el enriquecimiento con carne vacuna comercial aportaría grasas propias de la composición de la vaca, utilizada en nuestro estudio como representativa del tejido muscular y la grasa de los vertebrados en general.

Al mismo tiempo es importante destacar que dietas con valores muy altos de ácidos grasos saturados pueden ser perjudiciales, pudiendo provocar esteatitis, deficiencia de vitamina E, obesidad grave, y dificultades reproductivas, según Lance y col. (2001), estudio en el que se comparó cocodrilianos en estado salvaje con criados en granja y se vio que las hembras *Alligator mississippiensis* criadas con una dieta estricta de nutria, presentan hiperlipidemia, valores de colesterol y fosfolípidos, significativamente mayores comparados con los animales en estado salvaje. Un estudio en el que se vio lo perjudicial que puede llegar a ser una alimentación con valores altos de grasa animal, es el trabajo Mopurgo y Gelman (1991) con cocodrilos del Nilo (*Crocodylus niloticus*), en el que la hiperlipidemia llegó a provocar problemas en la fertilidad, y en la capacidad reproductiva de los animales. Por esto, es importante que las dietas ofrecidas en condiciones controladas no presenten valores elevados de lípidos y que los AG presentes, sean variados en disponibilidad y cantidad, esta alternativa se podría lograr con dietas enriquecidas con ítems alimentarios variados, ya que se demostró, en *Alligator mississippiensis*, que dietas que presentan precursores de AGE n-3 y n-6, no son suficientes para cubrir los requerimientos de AGE de cadena larga, siendo necesario que estos estén presentes en la ingesta (Peplow y col., 1990). Para esto se recomienda que las dietas ofrecidas sean variadas en su composición, siendo esto representativo de la alimentación en vida silvestre de *C. latirostris*. No se cuenta con un parámetro de que cantidad de lípidos o AGS es el óptimo de alimentación, el dato más puntual refiere a que de un 30% a un 60% de la energía metabolizable debe provenir de lípidos (Koza y col., 2010). En contraparte moluscos e insectos no se caracterizan por tener un reservorio de grasas o grasa disponible como los pollos o la carne vacuna, lo cual se evidencia en los valores de lípidos totales, al no presentar diferencias la DI y la DM, respecto al control (DC).

En los alimentos se encontró una tendencia, la adición de carne roja promueve un aumento en los valores de ácidos grasos saturados C17:0 y C18:0 los cuales son característicos de la carne vacuna (Wood y col., 2008; Bautista-Martínez y col., 2020), también se evidenció un aumento en los ácidos grasos insaturados C18:1 n-9 (Ac. Oleico) y C18:1 n-11, siendo que el ácido oleico es un componente relativamente abundante en el tejido muscular de vaca. Al respecto, dependiendo del corte los valores pueden variar entre 34,92 y 39,14 (Cruz y col., 2014; Bautista-Martínez y col., 2020), el valor de la dieta enriquecida DCR es superior a estos valores (TABLA 2).

En relación a la dieta control (DC), Simoncini y col. (2020) presento un análisis del perfil de ácidos grasos de la dieta utilizada en la Granja “La Esmeralda” (Ciudad de Santa Fe, Prov. de Santa Fe), perteneciente al Programa de Conservación y Uso Sustentable Proyecto Yacaré/Yacarés Santafesinos (Larriera y col., 2008) que coincide con la dieta utilizada de control en nuestro experimento. A partir de nuestros resultados y el trabajo mencionado, podemos ver que la composición de ácidos grasos de la dieta de los caimanes es estable en el

tiempo en este criadero. La mayor diferencia se encuentra en la cantidad de ácidos grasos n-6 disponibles, los cuales al ser ingeridos tienden a competir por las mismas enzimas metabólicas de los n-3, sin embargo, los valores de ambas muestras se encuentran dentro del rango óptimo metabólico (Marventano y col., 2015; De Ferrer, 2000; Valenzuela y Nieto, 2003).

Las modificaciones en la dieta habitual (DC) indujeron cambios en los valores totales de ácidos grasos (AG) de las dietas enriquecidas. Las variaciones en el total de ácidos grasos saturados (AGS), responden a lo esperado según los ítems utilizados, el contenido de grasas saturadas y monoinsaturadas (AGMS) es elevado en la grasa animal (Fidalgo Rodríguez, 2016) y eso se vio reflejado en los análisis de las dietas. Por un lado, esto no es beneficioso, ya que dietas ricas en AGS y algunos AGMS están asociadas con el deterioro de la salud en cocodrilianos (Lance y col., 2001) como así también en humanos (Stender y Dyerberg, 2004; Ávila Martín, 2016). Por otro lado, la mayoría de los AGMS, son de la familia n-9, que si bien no se clasifican como ácidos grasos esenciales, porque pueden ser sintetizados por el organismo, se demostró en estudios de nutrición en seres humanos que su ingesta presenta beneficios para la salud como efectos protectores contra problemas cardiovasculares, aumento de lipoproteínas de alta densidad (HDL, también llamada “colesterol bueno”) y descenso de lipoproteínas de baja densidad (“colesterol malo” o LDL) y disminución de los valores totales de colesterol (Mata y col., 2002; de Andrés y col., 2006), efecto protector frente a ciertos tipos de cáncer, y reducción del dolor en pacientes con artritis inflamatoria (Ávila Martín, 2016). Teniendo en cuenta que la mayoría de las vías de metabolismo de lípidos de mamíferos se comparten con reptiles estos resultados pueden extrapolarse a estos animales (Price, 2017). Estas modificaciones en AGS y AGMS no se vieron reflejadas en el tejido muscular ni en la grasa de los animales de forma significativa, de forma alternativa, otros estudios en la familia *Caiman* cuantifican las variaciones de lípidos midiendo valores de triglicéridos y distintos tipos de colesterol en el suero sanguíneo (Barboza y col., 2008; Koza y col., 2010; 2011; 2012), esto hubiese sido útil en este caso ya que un aumento en los AGS, como los ácidos láurico, mirístico y palmítico, se podría haber visto reflejado en los valores de colesterol total así como en los de LDL (Fidalgo Rodríguez, 2016).

En el análisis de condición corporal, no se encontraron diferencias en los valores del SMI, lo que quiere decir que durante el tiempo que duró el enriquecimiento la dieta no tuvo efectos sobre la condición corporal de los animales. Es posible que si la experiencia se hubiese prolongado más en el tiempo se hubiese visto cambios en la condición corporal, esto se apoya en el estudio de Rodríguez y col. (2011), quienes utilizaron enriquecimientos dietarios durante siete meses en *Crocodylus rhombifer* de aproximadamente un año (según el estudio considerados neonatos) y evidencio cambios en dietas basadas en pescados de agua dulce. En *Caiman yacaré* se evidencio cambios en parámetros morfométricos (LHC y peso vivo, usados en el cálculo del SMI) en subadultos de un año de edad, como consecuencia del enriquecimiento

de la alimentación con carne de pollo, en una experiencia que duro 105 días (Koza y col., 2010). Esto también se vio en *C. latirostris*, en los trabajos de Pinheiro y Lavorentti (2000) y Sarkis-Gonçalves y col. (2002), esto reafirma la idea de que en un mayor tiempo se hubiese obtenidos resultados significativos. Como se vio en el análisis de perfil de ácidos grasos de los 4 tratamientos dietarios, y en los ACP que relacionan la variabilidad de los datos del tejido muscular con la composición proximal y al perfil de ácidos grasos, en algunos parámetros de composición proximal (proteínas y humedad) y en valores totales de ácidos grasos (AGI y AGMS), hay una ligera tendencia al aumento de valores promedio, estos cambios, probablemente, son los que causaron un aumento en la media del índice de condición corporal SMI de los tratamientos en relación al control.

Los enriquecimientos en la dieta tuvieron de bajos a nulos efectos en la composición química del tejido muscular. Sin embargo, cabe destacar que hay tendencias que sugieren que si la experiencia se hubiese mantenido por un tiempo más prolongado se hubiese visto modificaciones estadísticamente significativas. Habiendo tenido de parámetro el tiempo de exposición del trabajo de Piña y col. (2016), realizado con animales del mismo lugar (Santa Fe Proyecto Yacaré/Yacaré Santafesinos), este obtuvo diferencias significativas en un periodo de 30 días. Hay que tener en cuenta que el suplemento usado fue semilla de lino, uno de los alimentos más ricos en AGE de la familia n-3 (Sanhueza Catalán y col., 2015) con valores de ácido linolénico (C18:3) mayores a 50 g/100g (Chen y Ju, 2001; McKeivith, 2005; Durán Córdova, 2014). Teniendo en cuenta lo anterior, en el trabajo de Piña y col. (2016) modificaciones del 10% de la alimentación con semillas de lino molidas resultaron en valores superiores de C 18:3 n-3 a los obtenidos en este trabajo en el que se modificó las dietas un 25%. Otros trabajos de enriquecimiento en cocodrilianos con ítems con concentraciones más similares de AGE n-3 a los usadas en este, se prolongaron más en el tiempo desde 3 meses hasta 10 meses (Talavera, 2000; Koza y col., 2010; 2011; 2012; Rodríguez y col., 2011). Dentro de las tendencias encontradas en los tejidos musculares se puede ver que los enriquecimientos en las dietas aumentaron ligeramente la media en los valores de proteínas, y lípidos. Habiendo una diferencia significativa en AGS en el tratamiento DCR en relación al resto de las dietas, esta no se vio reflejada en el tejido muscular de hecho observamos que la media de los AGS bajo respecto al resto de los tratamientos, aumentando ligeramente la media de la concentración de AGI, particularmente de AGMS. También es importante destacar que a pesar de que el tratamiento DCR tuvo una media significativamente menor en AGE n-6, esto no se vio reflejado en el tejido muscular, el cual tiene valores similares a los demás tratamientos, incluso el valor del AGE C18:2, precursor de toda la familia n-6, tiene valores ligeramente superiores al tratamiento DC. Todos los AGE n-6 de cadena larga también mantienen valores similares, comparado con el resto de los tratamientos, incluso los valores de la familia n-6 del tratamiento DCR se mantienen sin diferencias en el cuerpo graso en relación al resto de los tratamientos. Lo

que podríamos pensar que está habiendo un excedente de AGS, cuyo destino puede ser otro órgano, como el hígado, o se puede estar oxidando para otros fines, o bien se está eliminando del organismo (Price, 2017).

Los cuerpos grasos son lugar de almacenamiento de lípidos en forma de triglicéridos, a diferencia de otras moléculas como los carbohidratos o las proteínas no requieren agua para ser almacenados (Sheridan, 1994; Price, 2017). La DI presentó porcentajes menores de proteínas y humedad, mientras que los alimentados con DCR presentaron menor porcentaje de humedad, pero valores similares de proteínas a los individuos alimentados con DC, lo opuesto ocurrió con el tratamiento DM que presentó valores inferiores de proteínas, respecto a la DC pero valores similares en contenido de agua. Obtener diferencias significativas en el contenido acuoso se podría relacionar con el metabolismo lipídico. Según Price (2017) el metabolismo de lípidos en los cuerpos grasos para la liberación de ácidos grasos, requiere pasar por un proceso de hidrólisis, para luego ser liberados como ácidos grasos libres, los cuales son transportados por el torrente sanguíneo unidos a la proteína albumina. Los cambios en los niveles de agua pueden deberse a una mayor demanda de lípidos de reserva, estas se movilizan debido a pocas razones, la reproducción (Noble y col., 1993; Price, 2017; Leiva y col., 2018; Leiva, 2019), el periodo de hibernación, o el ayuno (Derickson, 1976; Price, 2017). Teniendo en cuenta que los mayores niveles de humedad y proteínas, los tiene la Dieta Control, se puede inferir que la caída de estos valores en las dietas enriquecidas habla de dietas de mejor calidad nutricional que el control, dado que no sería necesario metabolizar los lípidos de los cuerpos grasos. La DC necesitaría un complemento de reservas para mantener los requerimientos nutricionales básicos, mientras que las dietas enriquecidas serían un mejor complemento nutricional. Lo que bajaría la actividad metabólica en los cuerpos grasos favoreciendo el almacenamiento en otros lugares, como la cola. Esto se ve respaldado en el contenido de grasas de la cola, en el análisis de tejido muscular, donde si bien no se obtuvieron diferencias significativas en los valores de lípidos, la media de todos los tratamientos fue mayor a la del control (TABLA 3). Los estudios de cuerpo graso de cocodrilianos son una nueva línea de trabajo que se está desarrollando en la actualidad (Valli, 2020; Vera-Candioti y col., 2021), la comprensión del mismo puede llevar a entender mejor, o a encontrar particularidades del metabolismo de lípidos de los cocodrilianos, por lo cual no hay muchos puntos de comparación o contraste en relación a los resultados obtenidos en este trabajo.

Describiendo un panorama general de las tendencias de los lípidos desde que son parte de los alimentos hasta llegar a los tejidos musculares y graso, es importante destacar que todos los tratamientos alimentarios presentan valores promedio de AGS superiores a la dieta DC, pero esto no parece afectar el tejido muscular o el cuerpo graso, lo cual puede cambiar si la experiencia se prolonga más en el tiempo, si se aumenta la cantidad de individuos utilizados, o, siguiendo las vías metabólicas de lípidos de Price (2017), se puede especular que pueden ser

desechados o almacenados en algún órgano alternativo, como el hígado o acumularse como grasa visceral. De forma contraria, se puede observar que los tratamientos presentan valores promedio menores de AGI en relación al control, pero en el tejido muscular se observa una ligera tendencia al aumento de estos ácidos grasos, mientras que los valores de los cuerpos grasos se mantienen sin cambios. Los AGMS presentan valores medios similares entre los alimentos, excepto la dieta DCR que presenta un promedio superior en relación al control, y no se observan cambios en las tendencias en ninguna dieta en el cuerpo graso. Por último, se observa que los valores medios de los AGPS son menores en los tratamientos alimentarios en relación al control, esto se vio reflejado en el tejido muscular donde también se observó que el valor medio de AGPS del control es mayor que los tratamientos, esto no pareció afectar los valores promedio del cuerpo graso en ninguna de las dietas, este tipo de tendencia sigue las generalidades en la alimentación de vertebrados, los AG de los alimentos se reflejan en los tejidos (Depetris y col., 2003; Realini y col., 2004; Caldironi y Manes, 2006; Maroof Bahurmiz y Wing-Keong, 2007; Al-Souti y col., 2012, Fernandes y col., 2012). En relación a los valores de AGPS n-6, se puede ver que las dietas poseen valores medios inferiores en relación al control, habiendo una diferencia muy acentuada en el tratamiento DRC, esto parece que no afectó a la dieta DI y DCR, mientras que se observó una caída en el valor medio en la dieta DM. Por último, los AGPS n-3 de los tratamientos dietarios, se puede observar que la dieta DCR tiene menor valor promedio en relación al resto de las dietas, sin embargo, todas las dietas presentaron valores medios inferiores en los n-3 en relación a la dieta DC. El cuerpo graso no presentó variaciones en los promedios de n-6 y n-3. Las pocas variaciones en estos AG pueden relacionarse con la cantidad de enriquecimiento utilizado, en muchos trabajos de este tipo se usan bajas cantidades de alimentos muy ricos en AGPS (Piña y col., 2016; Valli, 2020), para este trabajo en particular, se usa ítems con bajas cantidades de AGPS, en comparación con los trabajos citados anteriormente, por lo que se sugiere que las concentraciones de los enriquecimientos sean mayores al 25% utilizado, otra opción es que el experimental dure más tiempo como los trabajos de Pinheiro y Lavorentti (2000) Sarkis-Gonçalves y col. (2002); Koza y col. (2010), Rodríguez y col. (2011). De igual forma hay que destacar que en ningún caso se vio afectado el perfil de ácidos grasos del cuerpo graso, esto puede deberse a que no se está optando por almacenar ni utilizar grasas almacenadas, pero las variaciones significativas de humedad y proteínas evidencian modificaciones en el metabolismo lipídico (Derickson, 1976; Price, 2017).

Si bien está demostrado que el perfil de ácidos grasos de los tejidos es afectado por el perfil de AG del alimento en todos los grupos de animales vertebrados (Depetris y col., 2003; Realini y col., 2004; Caldironi y Manes, 2006; Maroof Bahurmiz y Wing-Keong, 2007; Al-Souti y col., 2012, Fernandes y col., 2012), la falta de diferencias significativas en los AG en este experimental, nos sugiere que hay más parámetros que pueden evaluarse para comprender

mejor el metabolismo. Otros estudios de enriquecimiento dietario (Koza y col., 2012) y metabolismo de lípidos de reptiles (Derickson, 1976; Sheridan, 1994; Price, 2017), tienen en cuenta análisis de suero sanguíneo, lipidogramas y muestras de tejidos hepáticos lo que da una visión más completa de lo que ocurre dentro de la alimentación de estos animales.

## CONCLUSION

Este estudio es una de las primeras aproximaciones al estudio de la influencia de los ítems alimentarios propios de la especie y del cuerpo graso del *C. latirostris* que, como reservorio de grasas de esta especie, podría verse modificado por la calidad nutricional de su alimentación. Aquí se evidenció que los enriquecimientos con Insectos (DI) y con Carne Roja (DCR) serían las mejores alternativas para aplicar en la crianza de caimanes, ya que ambos tratamientos evidencian cambios favorables en el contenido de proteínas; en lo que respecta a los lípidos, la DI logró mantener los valores de la DC en cantidad de n-6 y n-3, aumentando los valores de AGS, y con valores de lípidos totales inferiores a la dieta habitual. Cabe destacar que el tiempo de experimentación es una variable a contemplar, probablemente si la experiencia se prolongase por un periodo de tiempo mayor, los cambios en los tejidos muscular y graso evidenciarían diferencias estadísticamente significativas.

Este estudio de enriquecimiento nutricional nos ayuda a ver que tanto se puede diversificar la dieta de un animal mantenido en cautiverio, para mejorar su calidad nutricional, nos puede ayudar a comprender las interacciones tróficas en estado silvestre, y el mejoramiento de animales cuyos productos y/o subproductos se comercializan. Cabe destacar que, los cambios en los nutrientes de las dietas fueron evidentes, este trabajo nos permite establecer un punto de partida para diseñar mejoras para la alimentación de yacaré en cautiverio, planificar la evaluación de potenciales mejoras para su bienestar y para contribuir a un buen estado nutricional, y, comprender el rol de cada ítem en la nutrición general del *C. latirostris*, así como el suyo en el ecosistema que habita.

Para ampliar los alcances de este primer estudio, se propone a futuro evaluar el enriquecimiento en tiempos más prolongados, incorporar un número mayor de ejemplares, incorporar nuevas variables tales como el análisis de suero sanguíneo de los individuos (para obtener valores de triglicéridos, lipoproteínas, ácidos grasos libres, albumina, y cuerpos cetónicos), muestras de tejido hepático, más mediciones morfométricas, la incorporación de peces como otra dieta alternativa, y dietas combinadas con más de un ítem, estos parámetros pueden ayudarnos a comprender como actúa cada ítem alimentario y la suma de los ítems en vida silvestre, y ofrecer una visión más completa del crecimiento y el metabolismo de los caimanes.

## BIBLIOGRAFÍA:

1. - Adjad, F. (2015). Hábitos alimenticios de Yacaré Negro (*Caiman yacaré*) en la provincia de Corrientes, Argentina. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.
2. - Akhtar, Y., & Isman, M. B. (2018). Insects as an alternative protein source. In *Proteins in food processing* (pp. 263-288). Woodhead Publishing.
3. - Al-Souti, A., Al-Sabahi, J., Soussi, B., & Goddard, S. (2012). The effects of fish oil-enriched diets on growth, feed conversion and fatty acid content of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.* *Food Chemistry*, 133(3), 723-727.
4. - Álvarez, B. B., Aguirre, R. H., Céspedes, J. A., Hernando, A. B., & Tedesco, M. E. (2003). Herpetofauna del Iberá. *Fauna del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 99-178.
5. - AOAC (1999). *Official Methods of Analysis of AOAC International 16th ed.* Gaithersburg: Ed. AOAC International.
6. - Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista chilena de nutrición*, 47(6), 1029-1037.
7. - Ávila Martín, G. (2016). Complejos de Albúmina con Ácidos Grasos CIS-monoin saturados Omega-9 para el tratamiento del Dolor Neuropático asociado a la Lesión Medular.
8. - Barboza, N. N., Mussart, N. B., Coppo, J. A., Fioranelli, S. A., & Koza, G. A. (2008). El medio interno de *Caiman latirostris* en cautiverio. Influencia del sexo, crecimiento y estación del año. *Revista Veterinaria*, 19(1), 33-41.
9. - Bautista-Martínez, Y., Hernández-Mendo, O., Crosby-Galván, M. M., Joaquín-Cancino, S., Ruíz Albarrán, M., Salinas-Chavira, J., & Granados-Rivera, L. D. (2020). Physicochemical characteristics and fatty acid profile of beef in Northeastern Mexico: grazing vs feedlot systems. *CyTA-Journal of Food*, 18(1), 147-152.
10. - Beer, J. V., & Noble, R. C. (1996). Feed composition: A key to improved hatchability and better reared pheasants. *The Game Conservancy Trust Review*.
11. - Belmonte, A. M., Macchioni, P., Minelli, G., Scutaru, C., Volpelli, L. A., & Fiego, D. P. L. (2021). Effects of high linolenic acid diet supplemented with synthetic or natural antioxidant mix on live performance, carcass traits, meat quality and fatty acid composition of *Longissimus thoracis et lumborum* muscle of medium-heavy pigs. *Italian Journal of Food Science*, 33(2), 117-128.
12. - Bombeo-Tuburan, I., Fukumoto, S., & Rodriguez, E. M. (1995). Use of the golden apple snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds. *Aquaculture*, 131(1-2), 91-100.
13. - Borteiro, C., Gutiérrez, F., Tedros, M., & Kolenc, F. (2008). Food habits of the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*: *Crocodylia*, *Alligatoridae*) in northwestern Uruguay. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 44(1), 31-36.
14. - Caldironi, H. A., & Manes, M. E. (2006). Proximate composition, fatty acids and cholesterol content of meat cuts from tegu lizard *Tupinambis meriana*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 711-714.
15. - Chen, T. C., & Ju, Y. H. (2001). Polyunsaturated fatty acid concentrates from borage and linseed oil fatty acids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(5), 485-488.
16. - Córdova-Noboa, H. A., Oviedo-Rondón, E. O., Matta, Y., Ortiz, A., Buitrago, G. D., Martínez, J. D., ... & Sorbara, J. O. (2021). Corn kernel hardness, drying temperature and amylase supplementation affect live performance and nutrient utilization of broilers. *Poultry Science*, 101395.
17. - Couvreur, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L., & Peyraud, J. L. (2006). The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *Journal of dairy science*, 89(6), 1956-1969.

18. - Craven, K. S., Parsons, J., Taylor, S. A., Belcher, C. N., & Owens, D. W. (2008). The influence of diet on fatty acids in the egg yolk of green sea turtles, *Chelonia mydas*. *Journal of Comparative Physiology B*, 178(4), 495-500.
19. - Cruz, M. I., Machado, D. I. S., Cervantes, J. L., Xochihua, J. M., Barrios, R. M. M., & Acuña, F. R. (2014). Caracterización del perfil de ácidos grasos en carne de borrego de engorda utilizando cromatografía de gases. *Nacameh*, 8(1), 39-49.
20. - De Andrés, R. U. III. Las grasas en nuestra dieta. Ácidos grasos omega 3. Nuevos alimentos para nuevas necesidades. (2006). 55.
21. - De Ferrer, P. A. R. (2000). Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. *Arch argent pediatr*, 98, 231.
22. - Di Rienzo, J. A. (2016). InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
23. - Depetris, G. J., Santini, F. J., Paván, E., Villarreal, E. L., Rearte, D. H., & Pensel, N. A. (2003). Efecto del grano de maíz alto en aceite en el sistema de engorde a corral. 3. Perfil de ácidos grasos de la carne. In Congreso Argentino de Producción Animal. 26. 2003 10 22-24, 22-24 de octubre de 2003. Mendoza. AR.
24. - Durán Córdova, J. D. P. (2014). Comparación de ácidos grasos omega 3, 6 y 9 en la semilla de lino (*Linum usitatissimum*) ecuatoriana y canadiense por cromatografía de gases (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).
25. - Fernandes, T. J., Alves, R. C., Souza, T., Silva, J. M. G., Castro-Cunha, M., Valente, L. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2012). Lipid content and fatty acid profile of Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) juveniles as affected by feed containing different amounts of plant protein sources. *Food chemistry*, 134(3), 1337-1342.
26. - Fernandez, M. E., Kembro, J. M., Ballesteros, M. L., Caliva, J. M., Marin, R. H., & Labaque, M. C. (2019). Dynamics of thymol dietary supplementation in quail (*Coturnix japonica*): Dataset on thymol bioavailability, egg yolk fatty acids profile and performance traits. *Data in brief*, 24, 103884.
27. - Fidalgo Rodríguez, J. L. (2016). Interacciones en monocapas de colesterol con ácidos grasos saturados e insaturados (omega-3, omega-6 y omega-9) (Doctoral dissertation, Universidade de Santiago de Compostela).
28. - Fortier, M. P., Guay, F., & Saucier, L. (2021). Effect of oregano oil and cranberry pulp supplementation in finishing pigs on the physicochemical quality of fresh loin during storage. *Canadian Journal of Animal Science*, (ja).
29. - Geiser, F., & Learmonth, R. P. (1994). Dietary fats, selected body temperature and tissue fatty acid composition of agamid lizards (*Amphibolurus nuchalis*). *Journal of Comparative Physiology B*, 164(1), 55-61.
30. - Gosler, A. G. (1996). Environmental and social determinants of winter fat storage in the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology*, 1-17.
31. - Grobas, S., & Mateos, G. G. (1996). Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. XII Curso de especialización FEDNA, 25.
32. - Hoffman, L. C., & Cawthorn, D. (2013). Exotic protein sources to meet all needs. *Meat science*, 95(4), 764-771.
33. - Huchzermeyer, F. W. (2003). Crocodiles: biology, husbandry and diseases. CABI.
34. - Iverson, S. J. (2009). Tracing aquatic food webs using fatty acids: from qualitative indicators to quantitative determination. In *Lipids in aquatic ecosystems* (pp. 281-308). Springer, New York, NY.
35. - Izanloo, M., Maghsoudlou, S., & Ghanbari, F. (2021). Investigation on Substitution Possibility of proteinous mixture with soybean-meal and multi-enzyme supplementation on broiler performance. *Iranian Journal of Animal Science Research*.
36. - Klasing, K. C. (1998). Nutritional modulation of resistance to infectious diseases. *Poultry science*, 77(8), 1119-1125.
37. - Koza, G. A., Barboza, N. N., Fioranelli, S. A., Mussart, N. B., & Coppo, J. A. (2010). Cambios en la velocidad de crecimiento e indicadores nutricionales de *Caiman yacare* alimentados con diferentes dietas. *Revista Veterinaria*, 21(1), 28-33.

38. - Koza, G. A., Mussart, N. B., Barboza, N. N., & Coppo, J. A. (2011). Cambios morfométricos y sanguíneos en “yacaré negros” (*Caiman yacare*) suplementados con carne vacuna y pescado. *Revista Veterinaria*, 22(2), 114-118.
39. - Koza, G. A., Mussart, N. B., Barboza, N. N., & Coppo, J. A. (2012). Respuesta bioquímica y morfométrica a la incorporación de pescado, pollo y carne vacuna en la dieta de *Caiman yacare* en cautiverio. *Revista veterinaria*, 23(2), 110-115.
40. - Kunkle, W. E., Johns, J. T., Poore, M. H., & Herd, D. B. (2000). Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. *J. Anim. Sci.*, 77(E-Suppl), 1-11.
41. - Lábaque, M. C., Kembro, J. M., Luna, A., & Marin, R. H. (2013). Effects of thymol feed supplementation on female Japanese quail (*Coturnix coturnix*) behavioral fear response. *Animal Feed Science and Technology*, 183(1-2), 67-72.
42. - Lance, V. A., Morici, L. A., Elsey, R. M., Lund, E. D., & Place, A. R. (2001). Hyperlipidemia and reproductive failure in captive-reared alligators: vitamin E, vitamin A, plasma lipids, fatty acids, and steroid hormones. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 128(2), 285-294.
43. - Larriera A. & Imhof A. (2006). Proyecto Yacaré. Cosecha de huevos para cría en granjas del género *Caiman* en la Argentina En: Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable. Bolkovic ML. Ramadori D (Eds). Dirección de Fauna Silvestre. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires. Argentina, 51-64.
44. - Larriera, A., Siroski, P., Piña, C. I., & Imhof, A. (2006). Sexual maturity of farm-released *Caiman latirostris* (*Crocodylia: Alligatoridae*) in the wild. *Herpetological Review*, 37(1), 26-28.
45. - Larriera, A., Imhof, A., & Siroski, P. (2008). Estado actual de los programas de conservación y manejo del género *Caiman* en Argentina. *Contribución al Conocimiento del género Caiman de Sudamérica*, 141-180.
46. - Larriera, A. (2011). Ranching the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in Argentina: an economic incentive for wetland conservation by local inhabitants. In CITES and CBNRM proceedings of an international symposium “the relevance of CBNRM to the conservation and sustainable use of CITES-listed species in exporting countries. Gland: IUCN.
47. - Leiva, P. M. L., Lábaque, M. C., Fernandez, M. E., Piña, C. I., & Simoncini, M. S. (2018). Physical and chemical characteristics of fertile and infertile eggs of wild *Caiman latirostris*. *Aquaculture*, 497, 287-291.
48. - Leiva, P. M. L. (2019) Influencia de los atributos corporales maternos y su interacción con factores climáticos sobre las características de los huevos y la progenie de *Caiman latirostris*. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
49. - Leiva, P. M. D. L., Simoncini, M. S., Portelinha, T. C. G., Larriera, A., & Piña, C. I. (2019). Size of nesting female Broad-snouted Caimans (*Caiman latirostris* Daudin 1802). *Brazilian Journal of Biology*, 79, 139-143.
50. - Luna, A., Dambolena, J. S., Zygadlo, J. A., Marin, R. H., & Labaque, M. C. (2012). Effects of thymol and isoeugenol feed supplementation on quail adult performance, egg characteristics and hatching success. *British poultry science*, 53(5), 631-639.
51. - Maroof, Bahurmiz, O. and N. Wing-Keong. (2007). Effects of dietary palm oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*, raised from stocking to marketable size. *Aquaculture*, 262(2-4), 382-392.
52. - Marventano, S., Kolacz, P., Castellano, S., Galvano, F., Buscemi, S., Mistretta, A., & Grosso, G. (2015). A review of recent evidence in human studies of n-3 and n-6 PUFA intake on cardiovascular disease, cancer, and depressive disorders: does the ratio really matter?. *International journal of food sciences and nutrition*, 66(6), 611-622.
53. - Mata, P., Alonso, R., & Mata, N. (2002). Los omega-3 y omega-9 en la enfermedad cardiovascular. MATAIX, J., y GIL, A.: Libro blanco de los omega, 3, 49-63.

54. - McKeith, B. (2005). Nutritional aspects of oilseeds. *Nutrition Bulletin*, 30(1), 13-26.
55. - Melo-Ruíz, V., Cremieux, J. C., Rodríguez-Diego, J. G., & Villoch, A. (2018). Ganancia de peso, talla y sobrevivencia en *Crocodylus Moreletii* (*Crocodylia: Crocodylidae*) alimentados con extractos de tres tipos de insectos. *Revista de Salud Animal*, 40(2).
56. - Moreira, F. B., Souza, N. E. D., Matsushita, M., Prado, I. N. D., & Nascimento, W. G. D. (2003). Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(4), 609-616.
57. - Morpurgo, B., & Gelman, A. (1991). The effect of age, sex and diet on the plasma cholesterol levels of the Nile crocodile, *Crocodylus niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 99(4), 687-689.
58. - Noble, R. C., McCartney, R., & Ferguson, M. W. J. (1993). Lipid and fatty acid compositional differences between eggs of wild and captive-breeding alligators (*Alligator mississippiensis*): an association with reduced hatchability?. *Journal of Zoology*, 230(4), 639-649.
59. - Noble, R. C., Speake, B. K., McCartney, R., Foggin, C. M., & Deeming, D. C. (1996). Yolk lipids and their fatty acids in the wild and captive ostrich (*Struthio camelus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 113(4), 753-756.
60. - Noble, R. C., & Speake, B. K. (1997). Observations of fatty acid uptake and utilization by the avian embryo. *Prenatal and neonatal Medicine*.
61. - Peig, J., & Green, A. J. (2009). New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos*, 118(12), 1883-1891.
62. - Peplow, A., Balaban, M., & Leak, F. (1990). Lipid composition of fat trimmings from farm-raised alligator. *Aquaculture*, 91(3-4), 339-348.
63. - Pinheiro, M. S., & Lavorenti, A. (2001). Growth of broad-nosed caiman, *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) hatchlings, fed with diets of animal origin. *Brazilian Journal of Biology*, 61(3), 421-429.
64. - Piña, C. I., Lucero, L., Simoncini, M. S., Peterson, G., & Tavella, M. (2016) Lipid profile of yacaré's overo meat fed with diets enriched with flax seeds. *Zootecnia Trop.*, 119.
65. - Price, E. R. (2017). The physiology of lipid storage and use in reptiles. *Biological Reviews*, 92(3), 1406-1426.
66. - Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & De Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat science*, 66(3), 567-577.
67. - Rodríguez, G. S., Fleitas, E. P., & Marchena, L. G. (2011). Resultados de crecimiento de cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) bajo condiciones de alimentación diferentes en el criadero de Ciénaga de Zapata.
68. - Ruppert, E. E., & Barnes, R. D. (1996). *Zoología de los invertebrados* (No. QL 362. B3718 1996).
69. - Şahan, U., Ipek, A., & Sozcu, A. R. D. A. (2014). Yolk sac fatty acid composition, yolk absorption, embryo development, and chick quality during incubation in eggs from young and old broiler breeders. *Poultry science*, 93(8), 2069-2077.
70. - Sanhueza Catalán, J., Durán Agüero, S., & Torres García, J. (2015). Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1362-1375.
71. - Sarkis-Gonçalves, F., Castro, A. M. V., & Verdade, L. M. (2002). Descartes de origem animal eo crescimento e ganho de peso do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris* (Daudin, 1802), em cativeiro. *Scientia Agrícola*, 59(2), 243-250.
72. - Schulte-Hostedde, A. I., Millar, J. S., & Hickling, G. J. (2001). Evaluating body condition in small mammals. *Canadian Journal of Zoology*, 79(6), 1021-1029.

73. - Sheridan, M. A. (1994). Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 107(4), 495-508.
74. - Simoncini, M. S., Lábaque, M. C., Perlo, F., Fernandez, M. E., Leiva, P. M., Paez, A. R., ... & Piña, C. I. (2020). *Caiman latirostris* meat characterization: Evaluation of the nutritional, physical and chemical properties of meat from sustainable ranching program in Argentina. *Aquaculture*, 515, 734570.
75. - Speake, B. K., McCartney, R. J., Feast, M., Maldjian, A., & Noble, R. C. (1996). The relationship between the fatty acid profiles of the yolk and the embryonic tissue lipids: a comparison between the lesser black backed gull (*Larus fuscus*) and the pheasant (*Phasianus colchicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 115(4), 493-499.
76. - Speake, B. K., & Thompson, M. B. (1999). Comparative aspects of yolk lipid utilization in birds and reptiles. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10(4), 181-211.
77. - Speake, B. K., Surai, P. F., & Gore, M. (2001). Lipid composition, fatty acid profiles, and lipid-soluble antioxidants of eggs of the Hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*). *Zoo Biology: Published in affiliation with the American Zoo and Aquarium Association*, 20(2), 75-87.
78. - Speake, B. K., Thompson, M. B., Thacker, F. E., & Bedford, G. S. (2003). Distribution of lipids from the yolk to the tissues during development of the water python (*Liasis fuscus*). *Journal of Comparative Physiology B*, 173(7), 541-547.
79. - Speake, B. K., Herbert, J. F., & Thompson, M. B. (2004). Comparison of the fatty-acid compositions of prey items and yolks of Australian insectivorous scincid lizards. *Journal of Comparative Physiology B*, 174(5), 393-397.
80. - Stender, S., & Dyerberg, J. (2004). Influence of trans fatty acids on health. *Annals of nutrition and metabolism*, 48(2), 61-66.
81. - Surai, P. F., & Sparks, N. H. C. (2001). Comparative evaluation of the effect of two maternal diets on fatty acids, vitamin E and carotenoids in the chick embryo. *British Poultry Science*, 42(2), 252-259.
82. - Talavera, A. T. P. (2000). Crecimiento del *Caiman crocodilus crocodilus* en cautiverio. *Interciencia*, 25(9), 442-446.
83. - Valenzuela, A., & Nieto, S. (2003). Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista chilena de pediatría*, 74(2), 149-157.
84. - Valli, F. (2020). Enriquecimiento de la grasa de yacaré overo (*Caimán latirostris*) con ácidos grasos omega-3 para la obtención de aceite. Tesina de grado de Licenciatura en Biotecnología. Universidad Nacional del Litoral. Argentina.
85. - van der Wagt, I., de Jong, I. C., Mitchell, M. A., Molenaar, R., & van den Brand, H. (2020). A review on yolk sac utilization in poultry. *Poultry science*, 99(4), 2162-2175.
86. - Vázquez-Silva, G., Castro-Barrera, T., Castro-Mejía, J., & Mendoza-Martínez, D. (2011). Los caracoles del género *Pomacea* (Perry, 1810) y su importancia ecológica y socioeconómica. *ContactoS*, 81, 28-33.
87. - Vera-Candioti, L., Leiva, P. M., Valli, F., Bernal, C. A., Piña, C. I., Simoncini, M. S., & González, M. A. (2021). Optimization of oil extraction from caiman fat. Characterization for use as food supplement. *Food Chemistry*, 357, 129755.
88. - Williams, C. T., & Buck, C. L. (2010). Using fatty acids as dietary tracers in seabird trophic ecology: theory, application and limitations. *Journal of Ornithology*, 151(3), 531-543.
89. - Win, K. S., Ueda, K., & Kondo, S. (2021). Effects of soybean meal supplementation on ruminal kinetics of feed particle size reduction and passage in dairy cows fed rice straw. *Animal Science Journal*, 92(1), e13590.
90. - Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., ... & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat science*, 78(4), 343-358.