



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



# Maestría en Ciencias Nutricionales

## Tesis

**EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD Y LA CALIDAD DE LAS  
PROTEÍNAS Y DE LOS AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA  
PRESENTES EN LOS ALIMENTOS OFRECIDOS POR EL COMEDOR  
UNIVERSITARIO N°2 DE UDELAR**

Orientación Prof. Dr. Virgílio J. Strasburg  
(UFRGS – Brasil)  
Coorientación Prof. Dr. Ali Saadoun  
Facultad de Ciencias - Facultad de Agronomía,  
UDELAR (Uruguay)

**Carlos Servetto**

Montevideo - Uruguay  
Noviembre, 2024

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
2.1. Proteínas y aminoácidos esenciales.	4
2.2. Metabolismo de los AACR	5
2.3. Fuentes de proteínas	6
2.4. Consumo de proteínas y salud para la población	7
2.5. Controversias y desafíos en la investigación	11
2.6. Datos de consumo	12
2.7. Hábitos de consumo en población joven	13
2.8. Factores económicos	14
<b>3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
4.1. Objetivo general	16
4.2. Objetivos Específicos	16
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
5.1. Diseño del estudio	17
5.2. Población de estudio	17
5.3. Recolección de datos	17
5.4. Análisis de datos	18
5.5. Aspectos éticos	19
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>19</b>
6.1. Cantidades	19
6.2. Evaluación nutricional	21
6.2.1. Energía	22
6.2.2. Carbohidratos	24
6.2.3. Grasas	26
6.2.4. Proteínas	27
6.2.5. Aminoácidos de cadena ramificada	29
6.3. Menús servidos por el comedor	32
6.3.1. Disponibilidad de carnes como principal fuente de proteína y AACR	35
6.3.2. Acompañamientos	37
6.3.3. Postres	38
6.3.4. Estimación global	39
6.4. Limitaciones	41
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>42</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO</b>	<b>53</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

La alimentación es un pilar fundamental en la salud humana durante todas las etapas de la vida. Un balance adecuado de macronutrientes y micronutrientes resulta esencial para el óptimo funcionamiento del organismo y para la prevención de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), responsables de un alto porcentaje de las muertes a nivel global (OPS/OMS, 2023).

En particular, las proteínas, constituidas por aminoácidos (AA), juegan un papel crucial en numerosos procesos biológicos. Son elementos estructurales esenciales en las células, así como protagonistas en funciones enzimáticas, hormonales, de transporte y regulación de tejidos y órganos del cuerpo (Medicine et al., 2005).

De los 20 aminoácidos existentes, 9 se consideran esenciales (AAE) debido a que el organismo no es capaz de sintetizarlos, lo que implica que deben ser obtenidos a través de la dieta. Aunque el cuerpo dispone de un eficiente reciclaje de aminoácidos esenciales, la pérdida gradual de estos es inevitable si no se proveen aminoácidos exógenos (Medicine et al., 2005).

Especial atención merece un grupo de aminoácidos conocidos como "aminoácidos de cadena ramificada" (AACR) o "AACR" por el acrónimo en inglés de *Branched Chain Amino Acids*, que incluyen la leucina, isoleucina y valina. Estos aminoácidos desempeñan un papel fundamental en la síntesis de proteínas musculares, especialmente la leucina, cuyo aporte se considera crucial para este proceso (Traylor et al., 2018). Las "*Dietary Reference Intakes*" (DRI) han establecido que el consumo diario de leucina debe ser de aproximadamente 52 mg por gramo de proteína (Medicine et al., 2005).

Resulta relevante destacar que la calidad de la alimentación está influenciada no sólo por factores individuales, sino también por el entorno social y familiar del individuo. En este sentido, el Estado, a través de diversas instituciones, ejerce una influencia más o menos directa en los hábitos alimentarios de la población. Analizar la calidad de la alimentación proporcionada directamente por instituciones estatales resulta central para comprender la relación entre alimentación y salud (INDA, 2022).

En la Universidad de la República de Uruguay, el Servicio de Asistencia Alimentaria de Bienestar Universitario tiene como objetivo principal brindar una alimentación saludable, completa y equilibrada a los estudiantes becados. El Comedor Universitario N°2, como parte de este servicio, se esfuerza por ofrecer menús basados mayoritariamente en alimentos naturales, elaborados diariamente y que contemplen los diferentes grupos (V. J. Strasburg et al., 2023). Es esencial que estos menús se ajusten a las pautas establecidas por las "Recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes para la población uruguaya" (Ministerio de Salud Pública, 2020), y a las recomendaciones específicas de los profesionales a cargo, a fin de garantizar un correcto aporte de nutrientes y energía, y en particular de proteínas y aminoácidos esenciales, a los estudiantes.

El análisis de la calidad de la alimentación proporcionada en instituciones estatales, como el Comedor Universitario, puede tener un impacto significativo en la salud y bienestar de la población universitaria. Es necesario mantener un enfoque académico riguroso para comprender y abordar estos aspectos con el fin de mejorar la salud de la comunidad universitaria.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. Proteínas y aminoácidos esenciales.**

Los AA presentes en las proteínas son el principal componente funcional y estructural de todas las células del cuerpo; desde las enzimas hasta las uñas, nuestro cuerpo requiere de veinte aminoácidos para mantener la vida en curso. Los mismos son compuestos orgánicos que contienen un grupo funcional amino (NH<sub>2</sub>) y un grupo carboxilo (COOH) que, unidos en diferentes configuraciones, forman cadenas de péptidos y proteínas (Medicine et al., 2005, p. 590).

Los AA se pueden clasificar en función de su capacidad o no de ser sintetizados por el organismo, como esenciales y no esenciales. Existen nueve AA considerados esenciales que deben ser consumidos ya que no pueden ser sintetizados (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina,

triptófano y valina). Cinco de ellos (alanina, ácido aspártico, asparragina, ácido glutámico, serina) no requieren ser consumidos en la dieta ya que el cuerpo puede sintetizarlos. Finalmente seis (arginina, cisteína, glutamina, glicina, prolina y tirosina) son condicionalmente indispensables, es decir, bajo ciertas condiciones es necesario su consumo (Medicine et al., 2005, p. 593).

De los nueve AAE, existe un grupo de tres que comparten una característica estructural denominados *aminoácidos de cadena ramificada* (leucina, valina e isoleucina) que son clave en la síntesis de nuevas proteínas a nivel muscular. En particular, se ha propuesto que el aminoácido leucina juega un rol preponderante en la iniciación de la síntesis de proteínas musculares (SPM) como molécula señalizadora, aparte de ser un bloque estructural para nuevas proteínas (Phillips, 2016; Churchward-Venne et al., 2014).

Las SPM es parte fundamental del balance proteico del cuerpo en diálogo constante con su contraparte, la degradación de proteína muscular (DPM). Existe evidencia para pensar que este último proceso se ve retrasado por la presencia de leucina (Wilkinson et al., 2013; Nair et al., 1992; Tischler et al. 1982, p. 1615) por lo que este aminoácido operaría en ambas direcciones para lograr un balance proteico positivo.

## **2.2. Metabolismo de los AACR**

El metabolismo de los AACR es único en comparación con otros aminoácidos debido a que estos no se metabolizan significativamente en el hígado. Los AACR son desaminados por las enzimas de aminotransferasa de cadena ramificada (BCAT), que se encuentran predominantemente en los músculos esqueléticos. Esta reacción convierte los AACR en sus correspondientes  $\alpha$ -cetoácidos, de forma reversible, dependiendo de la disponibilidad de los  $\alpha$ -cetoácidos y los aminoácidos correspondientes (Neinast et al., 2019).

Los  $\alpha$ -cetoácidos resultantes de la transaminación son transportados a las mitocondrias, donde son oxidados por el complejo deshidrogenasa de  $\alpha$ -cetoácidos de cadena ramificada (BCKDC). La oxidación de los AACR produce acetil-CoA y succinil-CoA, que son intermediarios importantes en el ciclo de Krebs (ciclo del

ácido cítrico), contribuyendo así a la producción de adenosín trifosfato (ATP). Este proceso es particularmente importante durante el ejercicio prolongado, cuando los AACR pueden servir como una fuente significativa de energía, aunque esta no sea su principal función (Neinast et al., 2019).

### **2.3. Fuentes de proteínas**

Las fuentes dietarias de proteína tienen diversas características tanto en su perfil de aminoácidos como en su capacidad de utilización por parte del cuerpo. El valor biológico (VB) de una proteína es un indicador de la calidad de la misma en función de la cantidad y proporción de AA que posee, así como de su digestibilidad, medida a través del método Puntuación de Aminoácidos Indispensables Digestibles (*Digestible Essential Amino Acid Score* - DIAAS - por su sigla en inglés). Se establece como criterio que las proteínas que posean un score mayor o igual a 0.75 son consideradas de alto valor biológico (FAO, 2013).

Cuando hablamos de alimentos naturales, la proteína de origen animal posee un perfil de aminoácidos más completo y en proporciones más adecuadas a las necesidades humanas, al tiempo que también presenta mejores niveles de digestibilidad (Herreman et al., 2020; Mathai et al., 2017; Ertl et al., 2016).

Por otro lado, las fuentes animales presentan una mejor relación proteína/energía, aspecto clave para los temas de fondo que estamos tratando. En 100 g una legumbre como las lentejas ofrecen 9 g de proteína cada 114 calorías (Kcal), mientras que la misma cantidad de un filete bovino tiene 28 g de proteína en 216 Kcal. Si bien 100 g de almendras proveen unos robustos 20 g de proteína, lo hacen a un costo de 607 Kcal. Por su parte los vegetales de hoja poseen una excelente relación proteína energía. El kale, por ejemplo, brinda 2,92 g de proteína cada 100 g, en solo 43 Kcal. Esto presenta beneficios a la hora de reducir la ingesta energética, pero plantea un desafío para lograr los objetivos diarios de ingesta proteica: para obtener 29g de proteína (algo que logramos con 100g de carne) se debería consumir 1 Kg de kale crudo (U.S. Department of Agriculture, 2024).

En el plano de los AAE, si bien es posible completar las necesidades con alimentos de origen vegetal, requiere una combinación de fuentes, así como

probablemente un consumo extra de calorías para lograrlo. Por ejemplo, cereales y legumbres logran completar un perfil completo de AAE, pero deben ser consumidos en una proporción adecuada (2:1) para asegurar una proteína completa de calidad (Davies & Jakeman, 2020).

En lo que refiere a los AACR, en particular la leucina, Rondanelli et al. (2020) establecen con claridad la superioridad de los alimentos de origen animal en relación a este aminoácido esencial. Por ejemplo, las lentejas secas hervidas ofrecen 0,527g de leucina y 109 Kcal cada 100 g, mientras que un filete de lomo bovino provee 1,894 g de leucina y 111 Kcal cada 100g. Virtualmente todos los alimentos de origen animal superan en su cantidad de leucina a los de origen vegetal.

En la misma línea, Gorissen et al. (2016) encontraron que para una misma cantidad (35g) de proteína vegetal (trigo) que animal (caseína) la síntesis de proteína miofibrilar era mayor en esta última. Por su parte, en el mismo estudio, 60g de proteína de trigo lograban aumentar la síntesis de proteína miofibrilar en mayor medida que 35g de suero de leche. Esto va en concordancia con la disponibilidad de AACR de cada fuente proteica, sugiriendo que el proceso de SPM es viable, pero es dependiente de la disponibilidad de AAE.

#### **2.4. Consumo de proteínas y salud para la población**

Como ya vimos, los aminoácidos presentes en las diversas fuentes de proteína dietaria cumplen múltiples funciones. Entre ellas, la síntesis y conservación del tejido muscular (Stokes et al., 2018).

La preservación del tejido magro y en particular del músculo esquelético es clave para la salud humana en general y se torna especialmente relevante para la población adulta. En edades avanzadas la pérdida del músculo esquelético es inevitable, por lo que resulta importante tomar medidas para desacelerar su deterioro al tiempo que asegurar, desde la juventud (momento de mayor desarrollo muscular), la mayor reserva de tejido muscular posible para el futuro (Wang et al., 2019).

Una menor fuerza y masa muscular y la disminución de la fuerza a lo largo del tiempo se asocian con un mayor riesgo de mortalidad, independientemente de la actividad física y de la masa corporal (Metter et al., 2002).

Por su parte, la masa muscular de los individuos está asociada a una menor mortalidad por toda causa en contextos críticos hospitalarios (Chang et al., 2017; Weijts et al., 2014) en donde la pérdida de la misma es acelerada (Puthuchear, 2013).

Es imprescindible notar también que el músculo esquelético está asociado a mejores resultados en salud metabólica general (Kim and Kim, 2020; Zhang et al., 2018) lo que indirectamente lo asocia con una mejor salud general.

Cuando hablamos de salud para la población general, si tomamos los cinco parámetros que definen al síndrome metabólico encontramos que un mayor consumo de proteína y/o una mayor masa muscular se asocia con mejores resultados en cada uno de ellos. Estos parámetros serían: 1) circunferencia de la cintura de más de 101,6 cm en hombres y 88,9 cm en mujeres; 2) triglicéridos elevados de 150 miligramos por decilitro (mg/dL) en sangre o más; 3) colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL) reducido a menos de 40 mg/dL en hombres o menos de 50 mg/dL en mujeres; 4) glucosa en ayunas mayor o igual a 100 mg/dL; 5) valores de presión arterial sistólica de 130 mmHg o superior y/o diastólica de 85 mmHg o superior (Swarup et al., 2024).

Con respecto a la hipertensión arterial, Han et al. (2018) llevaron a cabo un gran estudio prospectivo de cohorte en donde encontraron que la presión arterial está inversamente asociada con la masa muscular, y a su vez está asociada positivamente con la masa grasa.

Por su parte en relación a la dislipidemia, Vella et al. (2020) realizaron un análisis transversal de una cohorte multiétnica de 1868 adultos, en donde intentaron examinar las asociaciones entre el área y la densidad muscular abdominal, con el perfil de lípidos y lipoproteínas. Encontraron una fuerte asociación independiente entre el área del músculo abdominal y los niveles de triglicéridos. Comparando el cuartil más alto de área muscular abdominal con el más bajo, encontraron una reducción de más del 40 % en las probabilidades de tener un nivel de triglicéridos

superior a 150 mg/dL en los primeros con respecto a los segundos. Concluyeron que “mantener una masa muscular esquelética adecuada con la edad puede disminuir los niveles de lípidos específicos relacionados con la hiperlipidemia y el desarrollo de enfermedades cardiometabólicas”.

Finalmente, la relación entre el porcentaje de proteína de la dieta, la masa muscular y la obesidad y/o diabetes es aún más clara y está establecida en múltiples líneas de investigación. En un metaanálisis de estudios controlados aleatorizados, Wycherley et al. (2012) encontraron que una dieta estándar en proteína, restringida en energía, en comparación con una dieta alta en proteína isocalórica, tuvo mejores resultados en pérdida de peso, masa grasa y triglicéridos, al tiempo que mitigó la reducción en masas magra y gasto energético en reposo. Otro metaanálisis encontró resultados similares (Hansen et al., 2021), en donde los autores concluyen que “los estudios identificados para esta revisión sugieren que las dietas ricas en proteínas (que oscilan entre 18% y 59% de porcentaje de energía [E%]) pueden tener un efecto beneficioso sobre el control del peso corporal.” Vale la pena notar, que el piso establecido (18%) está por encima del máximo previsto (15%) por las “Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes para la población uruguaya” (Ministerio de Salud Pública, 2020).

En la misma línea, otros grupos han encontrado resultados similares dejando en claro que las recomendaciones actuales sobre el porcentaje de proteína de la dieta podría estar subestimado (Leidy et al., 2015; Elango et al., 2012).

Toda esta evidencia converge con la línea explicativa planteada por Raubenheimer et al., (2014) en su hipótesis de apalancamiento proteico (*protein leverage hypothesis*). En esta hipótesis los autores proponen que el apetito humano está fuertemente regulado por la necesidad de consumir un mínimo de proteínas a cualquier costo. Este factor ha interactuado con la dilución de dicho macronutriente en la oferta de alimentos moderna, para impulsar un consumo excesivo de calorías y el consiguiente aumento de los niveles de obesidad. En otras palabras, la disminución del porcentaje de energía derivada de la proteína en las dietas modernas, conduce a aumentos compensatorios en la ingesta total de energía en un intento por mantener una cantidad fija de proteína absoluta consumida. Si bien es

claro que un sólo factor no puede explicar un fenómeno tan complejo como el sobrepeso, su importancia no puede pasarse por alto (Hall, 2019).

Este efecto está bien descrito en la literatura, presente en múltiples especies y testeado en humanos en ensayos controlados aleatorios (Gosby et al., 2011, Martens et al., 2013 ). Y sumado a estas virtudes, sabemos que una dieta con alto porcentaje de proteína, basada en alimentos enteros, se alinea con un mejor perfil de micronutrientes general (Gwin et al., 2019).

En estos contextos de población general, la importancia de un consumo adecuado de AACR y de proteína total está claramente establecida. Por su parte, existen contextos y usos específicos en donde la evidencia es ambigua, sobre todo en el terreno de la suplementación, en donde claramente entran intereses económicos en la ecuación.

En una revisión sistemática y metanálisis reciente, Salem et al. (2024) encontraron que los efectos generales de la suplementación con AACR pueden ser útiles para reducir los niveles de creatina quinasa y del inicio retardado del dolor muscular después de un daño muscular inducido por el ejercicio. No encontraron evidencia de una mejora en la actividad muscular. En la misma línea Fedewa y colegas (2019) encontraron en un metanálisis que se produce, en comparación con un suplemento de placebo, una gran disminución en el daño muscular inducido por el ejercicio después de la suplementación.

Siguiendo en esta tendencia, pero relativizando un poco estos hallazgos, Doma y colegas encontraron que los AACR reducen el nivel de creatina quinasa y el dolor muscular después de un ejercicio extenuante con una relación dosis-respuesta pero que los AACR no acelera la recuperación del rendimiento muscular (Doma et al., 2021). Por su parte Marcon y colegas (2022) en una revisión de metanálisis afirman que “la suplementación con AACR no parece mejorar el rendimiento ni la ganancia de fuerza y masa muscular”.

La magnitud y el efecto específico de la suplementación con AACR no parece ser relevante para la población general, que por su parte claramente se beneficia del efecto global de un adecuado consumo de proteína total para mantener la salud del músculo esquelético.

## **2.5. Controversias y desafíos en la investigación**

Aunque los AACR han demostrado tener beneficios significativos en la síntesis de proteínas y el rendimiento físico, su suplementación y niveles elevados en sangre han suscitado controversias y desafíos en la investigación. Un área particularmente controvertida es su relación con la resistencia a la insulina.

Varios estudios (Newgard et al., 2009; Lynch & Adams, 2014; Arany & Neinast, 2018) han sugerido una asociación entre niveles elevados de AACR en sangre y un mayor riesgo de desarrollar resistencia a la insulina y diabetes mellitus tipo 2 (DM2). La resistencia a la insulina es una condición en la cual las células del cuerpo no responden adecuadamente a la insulina, lo que lleva a niveles elevados de glucosa en sangre.

Existen algunos mecanismos propuestos, siendo el principal la interferencia con la señalización de Insulina. Los AACR, especialmente la leucina, activan la vía mTOR, que a su vez puede interferir con la señalización de insulina. Esta interferencia podría reducir la sensibilidad a la insulina en los tejidos periféricos, como el músculo y el tejido adiposo. En 2009 un estudio identificó una correlación entre altos niveles plasmáticos de AACR y la resistencia a la insulina en humanos y modelos animales, sugiriendo que los AACR pueden ser marcadores tempranos del riesgo de diabetes tipo 2 y que en el contexto de un patrón dietético deficiente que incluye un alto consumo de grasas, los AACR pueden contribuir de forma independiente al desarrollo de resistencia a la insulina y diabetes. (Newgard et al., 2009).

En un segundo mecanismo, el metabolismo anormal de los AACR en la obesidad da como resultado la acumulación de metabolitos tóxicos que a su vez desencadenan la disfunción mitocondrial y la señalización de estrés asociada con la resistencia a la insulina y la DM2 (Lynch & Adams, 2014).

Esta situación paradójica en la información disponible en donde se establecen con claridad, no solo los beneficios, sino también la importancia vital de estas moléculas (recordemos que son aminoácidos esenciales) y a su vez surgen estas asociaciones con la obesidad, la resistencia a la insulina y la DM2, podría ser sólo una contradicción aparente y un caso de causalidad inversa.

Una hipótesis adicional sugiere que los altos niveles de AACR en sangre pueden estar vinculados a la incapacidad de las células para absorber eficientemente los sustratos necesarios, como glucosa, ácidos grasos y AACR y esta incapacidad puede ser un reflejo de la disfunción metabólica subyacente en la resistencia a la insulina. Como lo sugieren Lynch & Adams (2014): "...es más probable que los niveles elevados de AACR sean un marcador de pérdida de la acción de la insulina y no, en sí mismos, una causa."

## **2.6. Datos de consumo**

Con respecto al consumo de fuentes naturales de AACR a nivel mundial los datos tienen gran variabilidad en función de la región y específicamente del ingreso. Si tomamos al consumo de carne como una aproximación del consumo de AACR total, según el informe "Perspectivas Agrícolas 2023-2032" (OECD & Nations, 2023) el consumo de este grupo de alimentos en los países de mayores ingresos (que en 2022 representan 33% del consumo total de carne para 16% de la población) empezó a estancarse mientras que en los países de menores ingresos habrá crecimiento. Sobre una base per cápita, el consumo mundial de carne aumentará 2% en el período indicado. Si lo vemos por fuente de proteína, el consumo mundial de carne de aves de corral, de cerdo, de vacuno y de ovino crecerá 15%, 11%, 10% y 15%, respectivamente para 2032. En Uruguay, por su parte, en el año 2021 el consumo total estimado de carnes alcanzó los 91.2 kg/hab/año, observándose un crecimiento de 3.9 kilos con respecto al año anterior. Este comportamiento revierte la tendencia de descenso consecutivo en la demanda de carne que venía observándose desde el año 2018 (INAC, 2021)

Por su parte, el consumo mundial per cápita de productos lácteos frescos subirá 1.0% anual durante los próximos 10 años, a una tasa más rápida que la de los últimos 10 años (OECD & Nations, 2023).

En las últimas décadas es posible consumir tanto proteínas completas derivadas de la leche, huevos, res, soja, como AACR aislados en forma de suplemento. El tamaño del mercado de suplementos proteicos se estima en 25,21 mil millones de dólares en 2023 y se espera que alcance los 36,70 mil millones de

dólares en 2028, creciendo a una tasa compuesta anual del 7,80% durante el período previsto (2023-2028), con participación de empresas multinacionales como Mondelez International Inc..<sup>1</sup>

## **2.7. Hábitos de consumo en población joven**

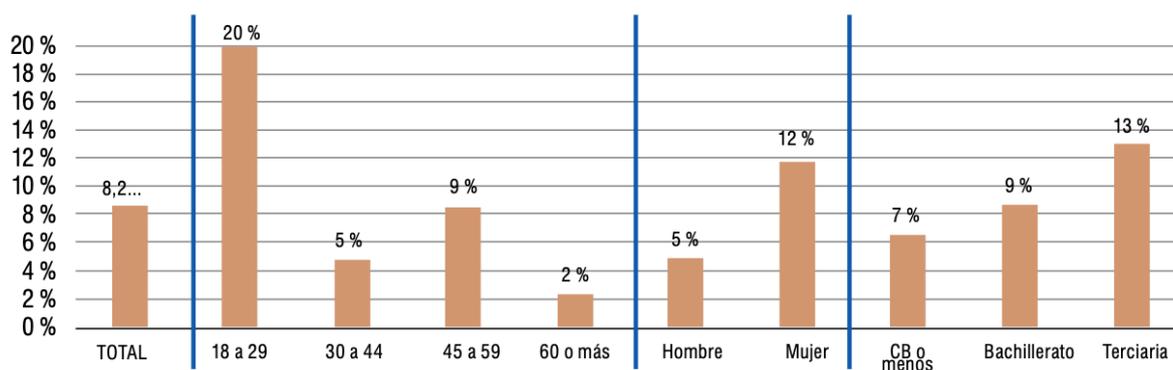
En las últimas décadas, se ha promovido de manera creciente la adopción de dietas vegetarianas y basadas en plantas. Existen diversas narrativas que dan sustento a esta decisión, como el bienestar animal, la incidencia de la producción de carne en el cambio climático, el vínculo entre su consumo y las enfermedades crónicas no transmisibles, entre otras. La prevalencia de hábitos vegetarianos en África y el Medio Oriente es de aproximadamente un 16% y en América Central y del Sur, del 8%. La menor prevalencia de vegetarianismo se encuentra en América del Norte (alrededor del 6%) y en Europa, donde sólo aproximadamente el 5% de la población adopta este patrón de consumo (Hargreaves et al., 2021).

En Uruguay hay escasez de datos sobre el tema pero una investigación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA) echa luz sobre algunos datos de interés. Como se aprecia en la Figura 1 se estima que en el entorno de un 8% de la población se define como vegano o vegetariano, mientras que esta fracción asciende a un 20% cuando tomamos la franja etaria de 18 a 29 años. Si bien la muestra del estudio es modesta (601 participantes) nos da una direccionalidad de los hábitos en nuestra población de interés (INIA, 2022).

---

<sup>1</sup> Fuente: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-protein-supplements-market-industry>

**Figura 1. Efecto de las variables sociodemográficas en aquellos participantes que se definen como veganos y vegetarianos.**



Fuente: INIA, 2022

## 2.8. Factores económicos

Si bien comer es un derecho universal para las personas, en una economía de mercado implica una transacción económica en donde los ingresos condicionan la calidad de los alimentos que se consumen.

Existe evidencia para pensar que la proteína es el macronutriente más caro comparativamente (Brooks et al., 2010). Resultan extremadamente baratos tanto para la industria alimenticia como para el público general los *commodities* de granos y aceites vegetales (ricos en energía, pobres en proteína), que poseen grandes ventajas logísticas y de conservación.

En una selección de precios con 18 alimentos de la canasta básica realizada por el Ministerio de Economía y Finanzas de Uruguay (2021) se puede apreciar con claridad que el precio por kilogramo (kg) de los productos de origen animal tiene el mayor impacto financiero en la población.

En el documento del Ministerio de Salud Pública (MSP) “Objetivos Sanitarios Nacionales 2030. Caracterización de problemas priorizados. Problemas nutricionales: Sobrepeso, obesidad, anemia, retraso de crecimiento, deficiencias de nutrientes” queda consignado que el consumo aparente por persona de energía derivada de la proteína en Uruguay (2016-2017) (Ministerio de Salud Pública, n.d.) es el que se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Consumo aparente por persona de energía derivada de la proteína en Uruguay (2016-2017)

	Metas nutricionales (persona/día)	5% menores ingresos con	20% menores ingresos con	5% mayores ingresos con	20% mayores ingresos con
Proteína % de energía total	10 - 15	14,1	14,2	15,9	15,5

Fuente: Ministerio de Salud Pública, n.d.

Estos datos parecen sugerir que los hogares con menos ingresos consumen un menor porcentaje de energía derivada de la proteína que los hogares con más ingresos, independientemente de que todos están dentro del rango de las metas nutricionales.

En el contexto de la población universitaria de la UdelaR el Servicio Central de Bienestar Universitario (SCBU) brinda apoyo a los estudiantes con mayores dificultades económicas. Uno de los servicios que ofrece son los comedores universitarios (CU). El Comedor Universitario N°2 (CU#2) ubicado en la zona de Parque Batlle en Montevideo, recibe entre sus usuarios a alumnos becados de todo el país que dependen del mismo para realizar, al menos, su almuerzo diario. Según el artículo 18 del Reglamento de becas del SCBU: “podrán acceder a la beca alimentación los estudiantes que de acuerdo a las herramientas de medición de situación socioeconómica, patrimonial, sociofamiliar que defina SCBU presenten al menos niveles medios de vulnerabilidad” (Dirección General Jurídica, Universidad de la República, 2018).

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Considerando que el valor energético de las proteínas se contabiliza en el aporte calórico de las comidas, ¿la cantidad y calidad de proteínas y aminoácidos de cadena ramificada fue adecuada para la población atendida por el comedor en el año de 2021?

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1. Objetivo general**

Evaluar la cantidad y calidad de las proteínas y de los aminoácidos de cadena ramificada presentes en los alimentos y menús ofrecidos en el comedor N°2 de la Universidad de la República (UdelaR) en el año 2021.

#### **4.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar y cuantificar los alimentos comprados por el comedor en el año 2021.
2. Evaluar el valor nutricional de los alimentos en relación a los macronutrientes.
3. Caracterizar las fuentes de proteínas y sus valores biológicos.
4. Comparar los resultados con las recomendaciones científicas.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Diseño del estudio**

Fue realizado un estudio descriptivo, retrospectivo, utilizando datos tomados del servicio de comedor N°2.

### **5.2. Población de estudio**

Todos los alimentos de origen animal y vegetal comprados para la utilización en la elaboración de comidas en el comedor universitario, considerando el aprovechamiento cuantitativo superior a los 90% del total en kilogramos (kg) de los ítems utilizados (curva ABC). Los alimentos que durante el año representaron por su cuenta menos del 0,5% del total en kg no se utilizaron para los cálculos.

### **5.3. Recolección de datos**

La información de cantidades de alimentos, menús y usuarios del año 2021 fue proporcionada por las autoridades del servicio. Para los datos de información nutricional de los macronutrientes se utilizó la etiquetas de los productos, relevada mediante una visita in situ. Cuando no fue posible o se trataba de alimentos naturales, se utilizó la “Tabla Brasileira de composición de alimentos” (Universidade de São Paulo (USP) & Food Research Center (FoRC), 2023). Para los datos de aminoácidos de cadena ramificada se utilizaron los datos de la *Food Data Central* del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (U.S. Department of Agriculture, 2024).

Para la evaluación de los valores de proteína se utilizarán los objetivos que el propio comedor plantea para sus usuarios, dentro del marco de las “Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes para la población uruguaya” (Ministerio de Salud Pública, 2020). Dado que no existe una recomendación local sobre los niveles de aminoácidos de cadena ramificada requeridos, utilizamos como marco de referencia la “*Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber,*

*Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*” del *Institute of Medicine of the National Academies* (Medicine et al., 2005). La información se organizó según el modelo de la Figura 2.

**Figura 2.** Formulario modelo para la organización de datos

Alimento	Kg año	FC	kcal	Proteína	Carbohidrato	Grasas
kg= quilogramos; FC= factor de corrección; kcal= calorías						

Los datos crudos se organizaron en siete grupos de alimentos (huevos, carnes, lácteos, aceites y azúcares, cereales, frutas, y verduras) lo que derivó en una división por fuente de producción (animal-vegetal).

#### 5.4. Análisis de datos

Se evaluaron los kg brutos de cada alimento en función del total con el fin de realizar una curva ABC que jerarquice los mismos en relación a la cantidad comprada y nos entregue una lista que explique más del 90% del impacto. Se utilizó como punto de corte que los alimentos ofrecieran más del 0,5% del peso total.

El análisis cuantitativo se realizó sobre el peso neto de los alimentos, calculado a través de un factor de corrección establecido para cada ítem (Menucontrol, 2018). Este factor surge con el fin de evitar que partes no comestibles de ciertos alimentos (cáscaras, huesos, etc.) influyan en los cálculos de valor nutricional posteriores. Se establece a partir de la diferencia conocida promedio entre el peso bruto y el peso neto de cada alimento.

Las variables cuantitativas del estudio como frecuencia total, media y coeficientes de variación serán calculadas en el software Microsoft 365® Excel.

## **5.5. Aspectos éticos**

Para el desarrollo de esta investigación, el proyecto respectivo fue remitido y aprobado por la Comisión de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

No hubo intervención directa con los seres humanos. Se entregó un formulario de consentimiento a Bienestar Universitario, para autorizar la recolección de datos.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El 2021 no fue un año más, tanto en Uruguay como en el resto del mundo, debido a la pandemia de COVID-19. El Comedor Universitario N°2 no escapó a esta realidad, por lo que su servicio se vió afectado por estos sucesos. En este caso, el modelo de Almuerzo-Cena fue cambiado por un modelo de Almuerzo-Merienda. Para nuestro análisis nos concentramos en la cantidad y calidad de las proteínas y de los aminoácidos de cadena ramificada presentes en los alimentos y menús ofrecidos en el comedor durante los almuerzos de dicho año.

### **6.1. Cantidades**

En este paso, una gran cantidad de ítems (sobre todo verduras y frutas que se utilizaron puntualmente durante el año) quedaron fuera de nuestro análisis. De un total de 78 ítems iniciales sólo 40 cumplieron con el criterio de aportar más del 0,5% del peso total. Estos alimentos, sumados, explican el 93,64% del total de las compras. Una vez obtenida la lista de trabajo relevante, calculamos el peso neto de cada producto vía factor de corrección. Se desprende que aproximadamente el 18,72% del peso de los alimentos comprados se debe descartar como residuos como muestra el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** *Distribución del peso neto y residuos por grupo de alimento*

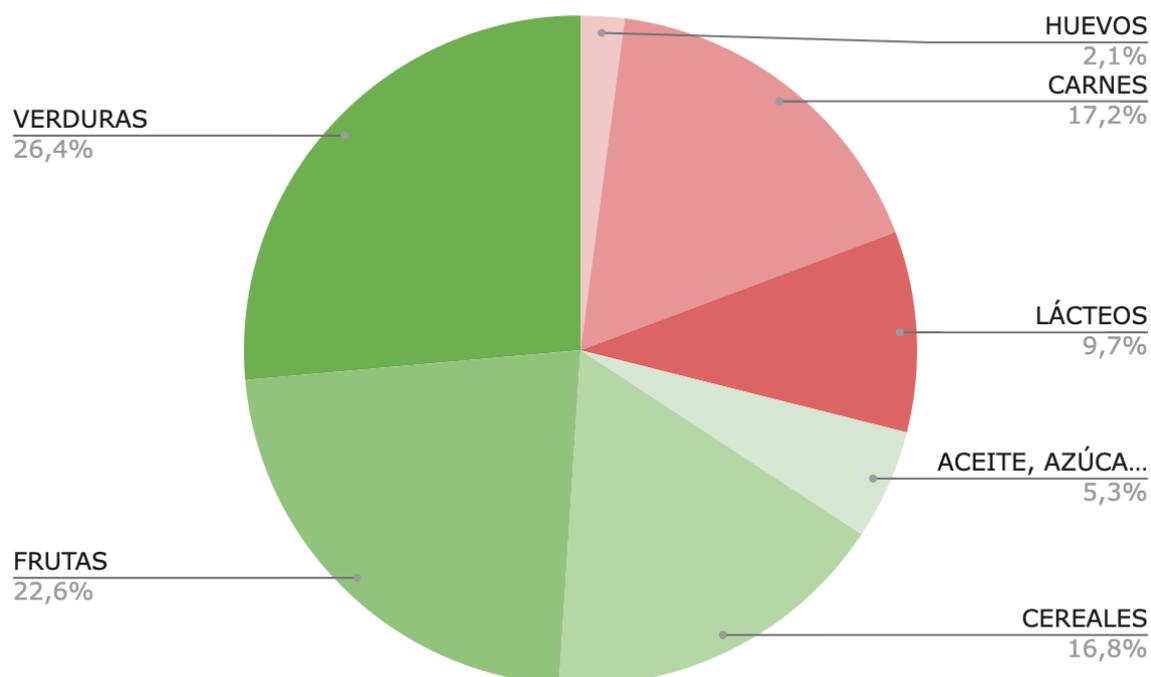
<b>Alimentos</b>	<b>Peso Bruto(Kg)</b>	<b>Curva ABC (%)</b>	<b>Peso Neto (Kg)</b>
Huevos	699,60	1,66	699,60
Carnes	6.680,28	15,88	5.692,95
Lácteos	3.212,07	7,63	3.212,07
<b>Total animal</b>	<b>10.591,95</b>	<b>25,18</b>	<b>9.604,62</b>
Aceite, azúcar, otros	1.767,99	4,20	1.767,99
Cereales	5.558,50	13,21	5.558,50
Frutas	10.861,90	25,82	7.485,60
Verduras	10.614,90	25,23	8.766,05
<b>Total vegetal</b>	<b>28.803,29</b>	<b>68,46</b>	<b>23.578,14</b>
<b>TOTALES</b>	<b>39.395,24</b>	<b>93,64</b>	<b>33.182,76</b>

En los alimentos de origen animal, las carnes explican todos los residuos generados ya que el cálculo del peso del ítem “huevos” fue un estimado debido a que la compra de este alimento se realiza por cantidad y no por peso. Se consideró un aporte de 50g por cada huevo comprado. Por su parte en el plano de los vegetales las frutas y las verduras son las que tienen los más altos niveles de desperdicio. Los cereales, los aceites y azúcares por su parte tienen un alto grado de aprovechamiento en relación a su peso inicial.

La cantidad estimada de residuos generados fue de 987,33 kg (9,32%) para los productos de origen animal y de 5225,15 kg para los de origen vegetal (18,14%), sumando 6212,48 kg lo que implica un 15,77% en total.

Del análisis del peso neto por grupo de alimento encontramos que los de origen animal explican aproximadamente un 28,9%, mientras que los de origen vegetal el 71,1% restantes en la distribución total (por curva ABC). El peso neto en términos porcentuales de cada grupo se expresa en la Figura 3.

**Figura 3.** Distribución del peso neto por grupo de alimentos.



En el contexto de otros servicios similares en la región, la oferta de productos animales parece estar dentro de los rangos habituales. En un estudio descriptivo realizado en cinco restaurantes universitarios en Porto Alegre, Brasil, Strasburg y Jahno (2012) consignan un consumo medio per cápita de alimentos de origen animal del 26% dejando el 74% para alimentos de origen vegetal medidos en kg. En la misma línea, encontramos que en este estudio realizado en un servicio para trabajadores de un Hospital Público en Brasil, las compras de productos de origen animal alcanzan el 19% del total (Strasburg et al., 2021).

Por su parte, recientemente V. Strasburg et al., (2024) encontraron que en el Hospital Universitario de Montevideo, Uruguay, entre 10 tipos de dietas analizadas, se ofrecía una media del 31,8% de productos animales que incluyen carnes, lácteos y huevos. Se estima, en ese mismo trabajo, según el Manual de Dietas del Hospital, un oferta promedio para las 10 dietas analizadas de casi 200 g de carne diarios, valor que está completamente alineado con lo servido en el CU#2.

## 6.2. Evaluación nutricional

En una primera etapa la evaluación nutricional se realizó a nivel de aporte de energía y de distribución de macronutrientes. Posteriormente se realizó una evaluación específica de las cantidades aportadas de aminoácidos de cadena ramificada por cada alimento.

### 6.2.1. Energía

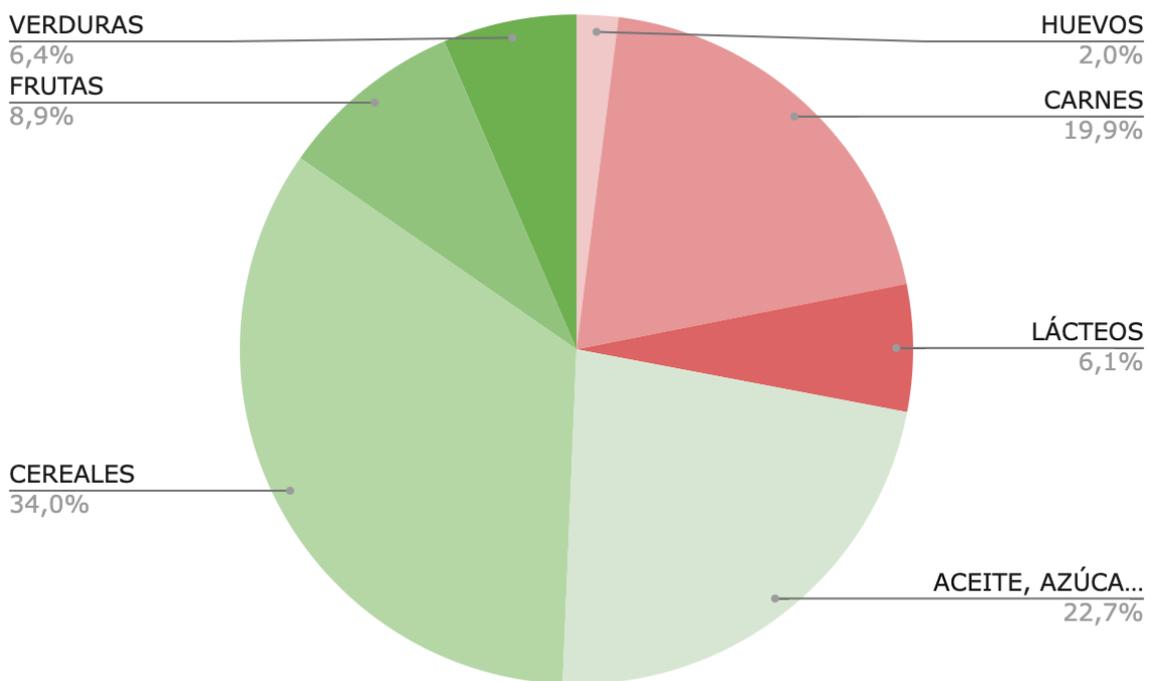
En un primer análisis general, luego de ponderar los residuos, obtuvimos los siguientes datos de energía y macronutrientes para los alimentos comprados por el comedor, presentados en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Datos y porcentaje relativo de macronutrientes por grupo de alimento en función del total.

Categoría	Peso neto (Kg)	Energía (Kcal)	Proteínas (Kg)	Carbohidratos (Kg)	Grasas (Kg)
Huevos	699,60	944.460,00	79,05	14,90	63,31
Carnes	5.692,95	9.967.752,16	1.091,90	0,00	659,62
Lácteos	3.212,07	2.899.337,31	196,89	158,74	164,80
<b>Total animal</b>	<b>9.604,62</b>	<b>13.811.549,47</b>	<b>1.367,85</b>	<b>173,64</b>	<b>887,73</b>
Aceite, azúcar, otros	1.767,99	10.702.049,47	4,46	281,54	1.062,00
Cereales	5.558,50	16.070.387,50	448,94	3.308,11	52,53
Frutas	7.485,60	4.204.230,78	54,40	1.032,12	15,31
Verduras	8.766,05	3.035.769,89	129,57	668,13	15,60
<b>Total vegetal</b>	<b>23.578,14</b>	<b>34.012.437,64</b>	<b>637,37</b>	<b>5.289,90</b>	<b>1.145,44</b>
<b>Totales</b>	<b>33.182,76</b>	<b>47.823.987,10</b>	<b>2.005,22</b>	<b>5.463,54</b>	<b>2.033,17</b>

De la energía total que proveen los alimentos comprados por el comedor, más de la mitad (56,7%) se explica por los grupos de los cereales y de los aceites y azúcares. Frutas y verduras completan el 72% de la energía proveniente de fuentes vegetales. Por su parte, el 28% restante se explica por fuentes animales, en donde las carnes aportan casi el 20%. En la Figura 4 se puede apreciar la distribución completa de energía por grupo de alimento.

**Figura 4.** *Distribución de la energía por grupo de alimentos.*



En el documento “Diagnóstico de la situación alimentaria y nutricional” (Ministerio de Salud, 2016), se realiza una estimación del aporte de cada grupo de alimentos al suministro de energía alimentaria (SEA). Según la última hoja de balance disponible, que corresponde al año 2011, se establece que en alimentos de origen animal, la carne contribuye con un 14,4% (con solo 0,4% de productos del mar), leche 8,7% y huevos con un 1,6%, totalizando un 24,7%, apenas por debajo de la estructura de compras del CU#2. Por su parte, en el plano de los alimentos de origen vegetal, los cereales contribuyen con un 41,3%, frutas un 3,6%, hortalizas y tubérculos suman 4,8% y aceites y azúcares suman 18,6%. En este grupo, con respecto al consumo planteado en el informe, el CU#2 mejora el aporte de frutas y verduras al total de energía, en detrimento del porcentaje de cereales.

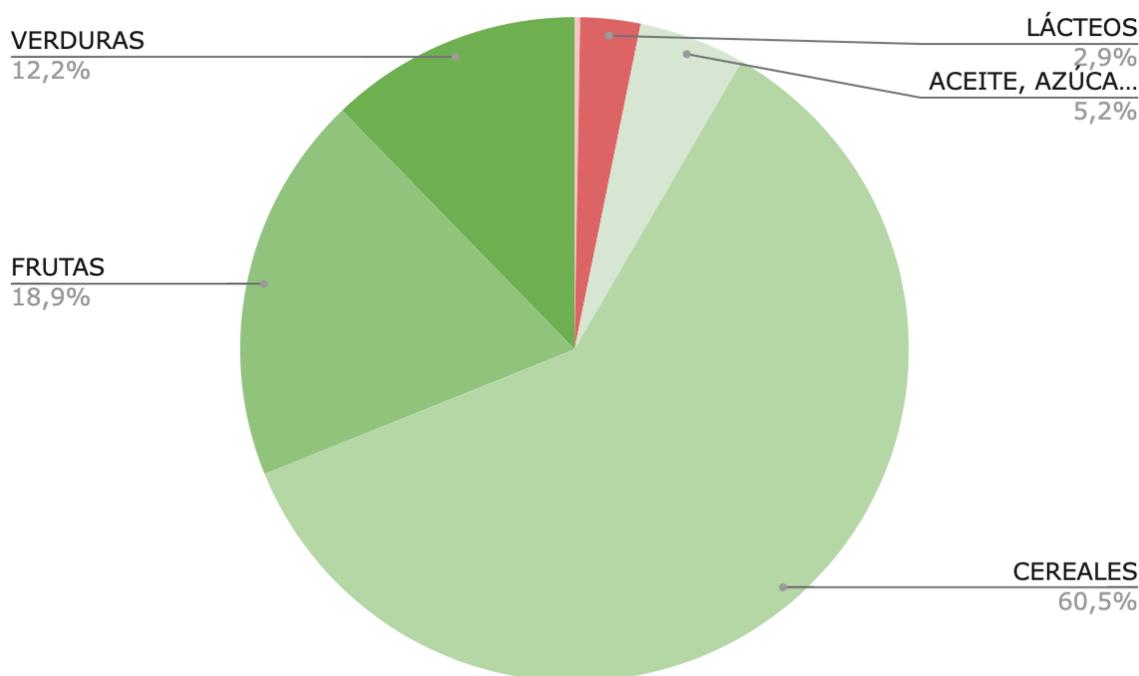
A nivel de distribución de macronutrientes encontramos que los carbohidratos explican un 46% de las calorías totales compradas, mientras que las grasas un 37,2%. Sin embargo, cabe señalar que en el caso de las grasas no se aprovecha todo el contenido energético disponible, ya que también se usan para freír los alimentos. En estas situaciones, la cantidad de grasa presente en el alimento final dependerá del porcentaje de absorción que variará según el tipo de alimento. El aporte del grupo de las proteínas al presupuesto calórico total es de un 16,9% calculado a través del peso neto comprado.

En este sentido, para la población que atiende el CU#2 las recomendaciones del Ministerio de Salud Pública contemplan un 57% de carbohidratos, 28% lípidos y 15% proteínas (Ministerio de Salud Pública, 2020).

### **6.2.2. Carbohidratos**

Con respecto a los carbohidratos, como era de esperar, las fuentes vegetales aportan prácticamente la totalidad de este macronutriente, dejando un marginal 3% para alimentos de origen animal, específicamente provenientes del grupo de los lácteos. Dentro de las fuentes vegetales, los cereales fueron los responsables de la mayor contribución de los carbohidratos, seguido por las frutas.

**Figura 5. Distribución de los carbohidratos por grupo de alimentos**

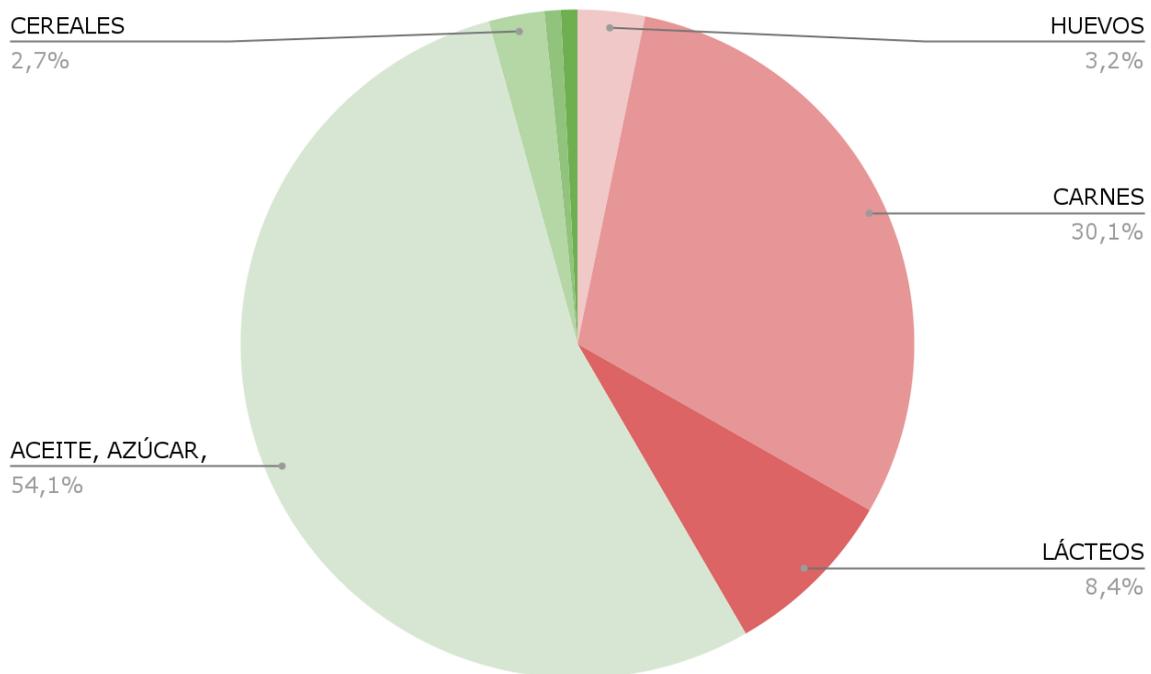


Si miramos la calidad de las fuentes de carbohidratos encontramos que dentro del grupo de los cereales, que aportan casi  $\frac{2}{3}$  del total, más del 75% proviene de derivados del trigo, tanto en forma de pan, fideos como en el uso de harina para diferentes preparaciones. Esto implica que cerca del 45% de los carbohidratos totales tienen como fuente el trigo. El 25% restante, dentro del grupo de cereales, corresponde al aporte del arroz blanco. Esto va en consonancia con los patrones de consumo de arroz, en donde Uruguay es uno de los países con menor consumo mundial. En el año 2021 se consumieron en promedio 9,96 kg de arroz por persona lo que contribuiría tan sólo al 3,01% de la ingesta calórica diaria, mientras que la media de América Latina y el Caribe se ubicó en 25.42 kg, contribuyendo con un 7,61% de las calorías totales diarias (Alianza Bioversity-CIAT, 2022).

### 6.2.3. Grasas

Con respecto a las grasas el mayor aporte proviene del grupo de aceites vegetales con 55,9% del total, seguido por las carnes que proveen un 31,1% y los lácteos con 8,7%. El resto de los grupos tiene un aporte marginal.

**Figura 6. Distribución de las grasas por grupo de alimentos**



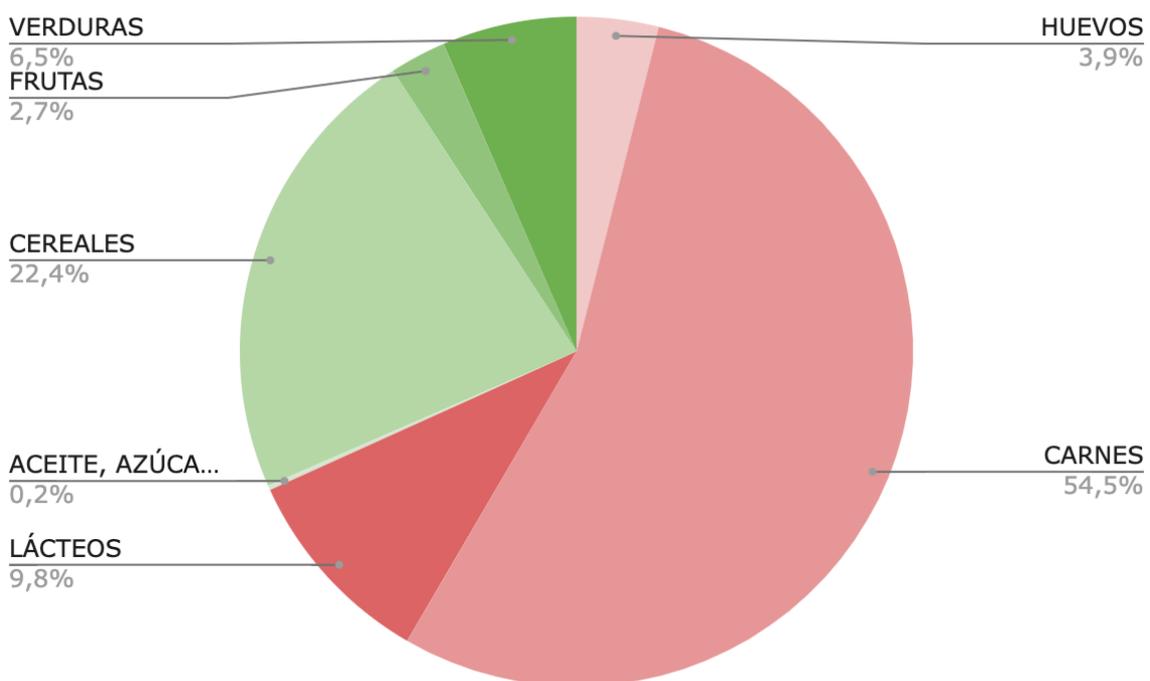
Dentro del grupo de los aceites que se encargan de aportar más de la mitad de las grasas totales, encontramos que un tercio corresponde a Aceite Alto Oleico mientras que los dos tercios restantes son provenientes de Aceite de Girasol. Esta partición implica que, dentro de los aceites de origen vegetal, cerca de un 77% correspondan a ácidos grasos monoinsaturados y sólo un 7,5% de ácidos grasos saturados. Si bien una parte del volumen de aceite es utilizado para frituras y no para consumo directo, existe una fracción de lípidos que termina pasando a los alimentos y siendo consumida. Según la “Guía alimentaria para la población uruguaya” cuando se fríe el alimento pierde agua y absorbe aceite o grasa y, por lo tanto, aporta más calorías (Ministerio de salud, 2019). De cualquier manera, es importante destacar, que la disponibilidad total de ácidos grasos de origen vegetal

presentes en el comedor tiene un perfil predominantemente monoinsaturado debido a los tipos de aceite utilizado.

#### 6.2.4. Proteínas

Cuando pasamos al aporte de proteína realizado por cada grupo, la distribución se invierte y los alimentos de origen animal se encargan de aportar más del 68% del total, mientras que los de origen vegetal aportan cerca del 32%. De ese 68% prácticamente el 80% es provisto por las carnes. Dentro de los vegetales, el aporte más significativo es el de los cereales con 22,4% del total.

**Figura 7. Distribución de la proteína total por grupo de alimentos**



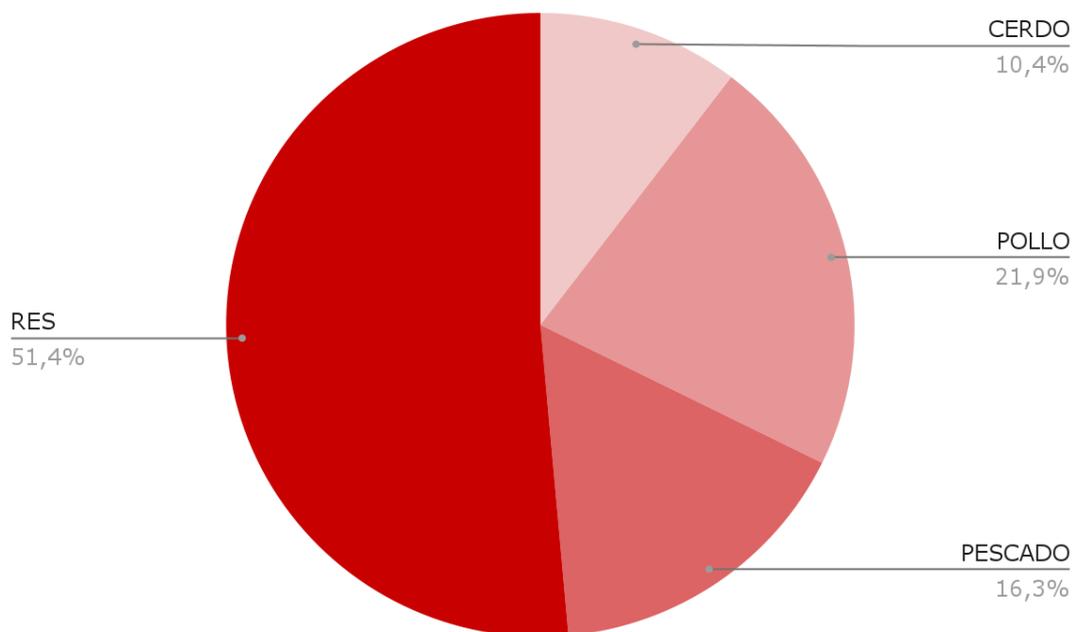
En este sentido podemos inferir que más de  $\frac{2}{3}$  de las proteínas compradas por el comedor son de alto valor biológico (AVB) ya que provienen de carnes, lácteos y huevos. Los valores de los DIAAS para las fuentes de proteína de origen animal son en promedio más altos que para las fuentes de origen vegetal (Ertl et al.,

2016) lo que implica que son una fuente de proteínas más completa y de mejor digestibilidad.

Con respecto a la proteína vegetal, sabemos que el 22,4% del aporte de los cereales corresponde en un 75% al trigo, mientras que el 25% restantes lo provee el arroz blanco. De esto se deriva que cerca del 17% de las proteínas totales están proveídas por la harina de trigo o sus derivados y algo más del 5% por arroz blanco. En este sentido podemos inferir que el aporte proteico de fuentes vegetales posee una composición pobre dada la preponderancia del trigo en el menú. Sabemos que este alimento provee proteína de baja calidad en relación a otras fuentes vegetales disponibles como las legumbres. Si bien el trigo se provee en una forma procesada, lo que aumentaría su digestibilidad y la disponibilidad de proteínas, los scores de digestibilidad empeoran en relación a la cocción y a la exposición al calor. Sumado a esto, el grado de procesamiento disminuye otras característica del cereal que podrían considerarse positivas, como la fibra (Davies & Jakeman, 2020). Por otro lado, las proteínas del trigo han sido asociadas a múltiples problemas alimenticios siendo entre estos el más conocido, la enfermedad celíaca (Joye, 2019).

Con respecto a la proteína de origen animal, en el caso del grupo más grande, correspondiente a la carne, la distribución de las fuentes se expresa en el Figura 8 en donde se aprecia que algo más de la mitad de los cortes provienen de bovinos, mientras que entre el pollo y el pescado suman más del 38% del total. Esto tiene implicancias a nivel de la relación energía/proteína (las carnes blancas son más magras por lo que proveen más gramos de proteína por Kcal) y sobre el perfil de lípidos que se desprende de esta distribución.

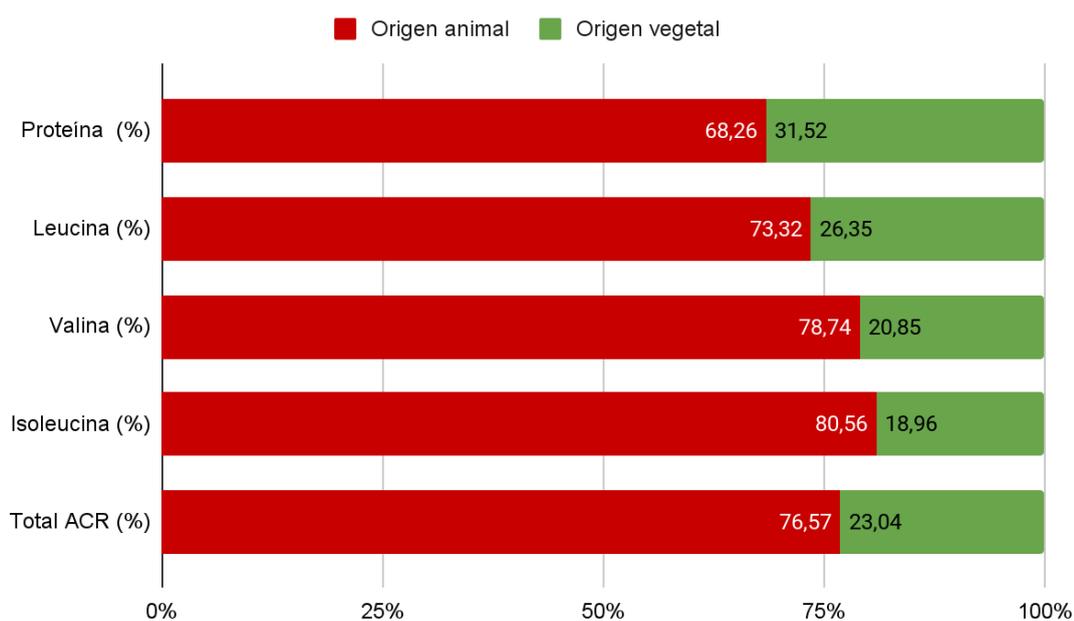
**Figura 8. Distribución de las fuentes de alimentos del grupo “carnes”**



### 6.2.5. Aminoácidos de cadena ramificada

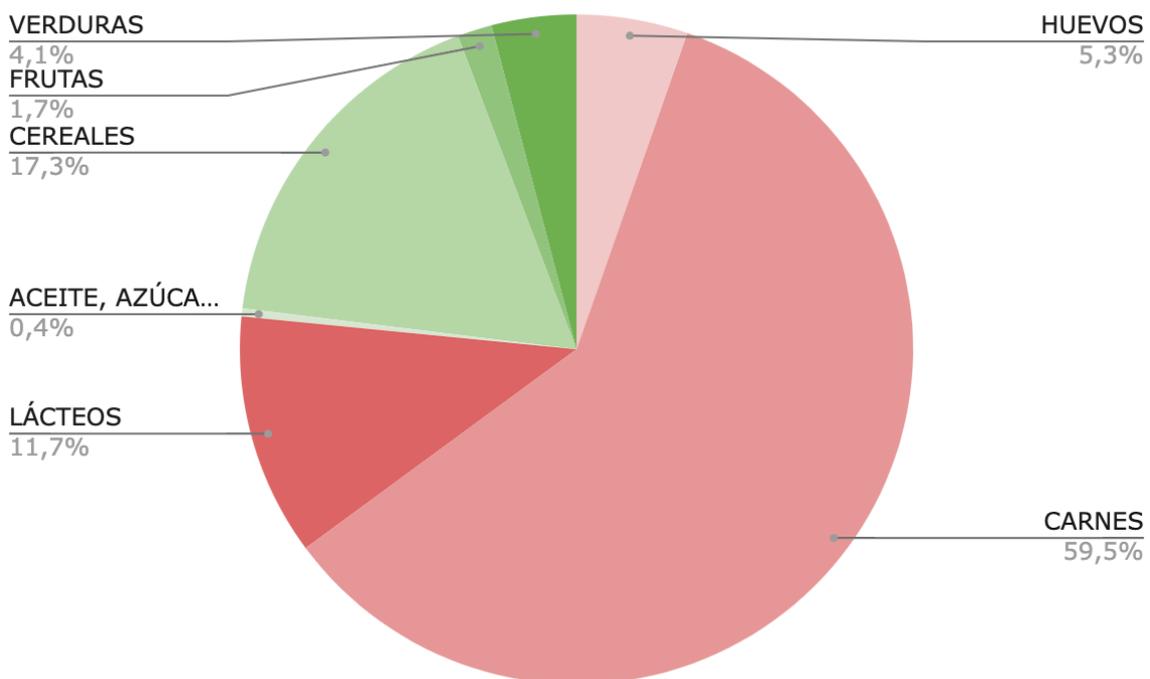
El aporte de aminoácidos de cadena ramificada está dado principalmente por los productos de origen animal. Podemos ver en la Figura 9 el aporte relativo de las fuentes de animales y vegetales al total de proteína y a cada uno de los AACR.

**Figura 9. Distribución de cada ACR y proteína total por origen de alimento**



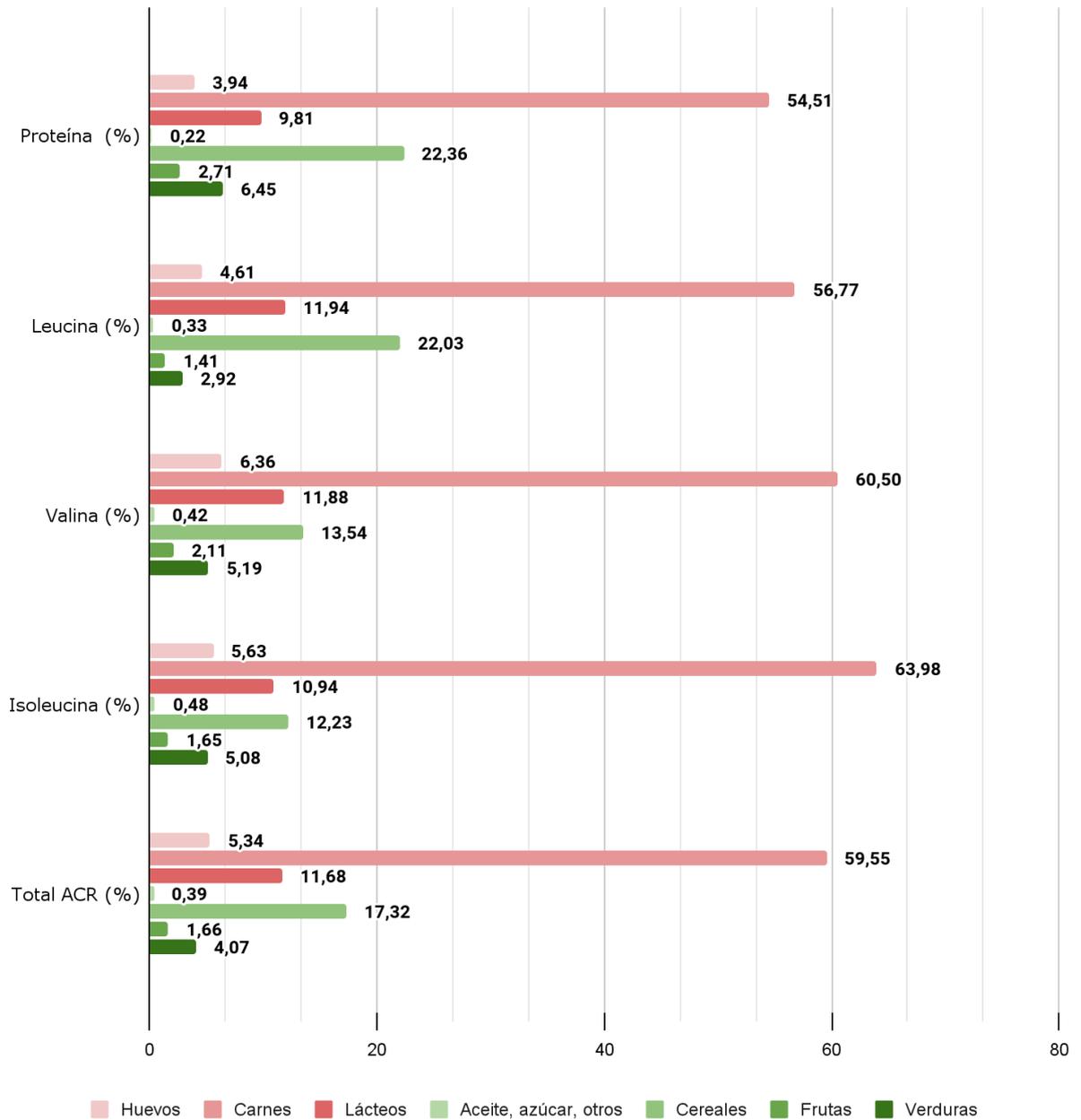
En esta distribución, el grupo de las carnes explica el 59,5% del aporte total, y sumado a los lácteos y los huevos se encargan de casi el 76,5%. El 23,5% restante, proveído por alimentos de origen vegetal, se explica casi exclusivamente por el aporte que dan los cereales, con un 17,3% del total. El aporte de frutas, verduras y, en particular, de aceites y azúcares, es marginal.

**Figura 10.** Distribución del total de AACR por grupo de alimento



Es interesante notar que el grupo de cereales (que sabemos está compuesto por  $\frac{3}{4}$  partes de harina de trigo o sus derivados) es el encargado de aportar el 17,3% de los AACR totales, y en particular, dada su composición, del 22% de la Leucina total. Luego de las carnes, es la principal fuente de proteína y de AACR que provee el comedor. En Figura 11 encontramos los aportes relativos de cada ACR al total en relación a su fuente.

**Figura 11. Porcentaje relativo de aporte de cada grupo de alimento al total de proteína y AACR**



En este sentido se presenta una situación particular, en donde parecería deseable mejorar el perfil de carbohidratos de las compras dada la preponderancia del trigo como fuente, pero por otro lado nos encontramos con que ese mismo perfil de cereales es el responsable de más de un 22% del aporte de leucina, el aminoácido de cadena ramificada más destacado por su participación en la síntesis de proteína muscular.

Sería interesante evaluar qué posibles intercambios de cereales y legumbres podrían entregar un buen perfil de AACR mientras mejoran otras variables del aporte nutricional. En el patrón dietético brasileño, por ejemplo, se suele utilizar una combinación de arroz y porotos que termina mejorando los porcentajes de aminoácidos en la dieta (Domene et al., 2021).

### **6.3. Menús servidos por el comedor**

El Comedor Universitario brinda almuerzo y merienda a los y las estudiantes que reciben la beca de alimentación del Servicio Central de Inclusión y Bienestar de la Universidad de la República durante el año 2021.

Es importante recalcar que en 2021 aún existían medidas restrictivas en relación al COVID-19. Es por esto que se presenta un aumento paulatino en el promedio mensual de almuerzos a medida que la situación se normalizaba

Ese año se sirvieron en total 29.398 almuerzos, distribuidos mensualmente como indica el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Cantidad de menús ofrecidos por mes en el año 2021

<b>MESES</b>	<b>DÍAS HÁBILES</b>	<b>ALMUERZOS</b>	<b>PROMEDIO</b>
enero	0	0	0
febrero	17	775	46
marzo	22	590	27
abril	17	796	47
mayo	19	2303	121
junio	21	2283	109
julio	23	2891	126
agosto	20	3709	185
septiembre	22	4307	196
octubre	21	4695	224
noviembre	20	4553	228
diciembre	14	2496	178
<b>TOTAL</b>	<b>216</b>	<b>29398</b>	<b>136</b>

Los datos muestran un aumento en la cantidad de comidas con el pasar del semestre, debido a la flexibilización de las restricciones por COVID-19. En cuanto las meriendas, empezaron a ser ofrecidas a partir de septiembre de 2021 y llegaron a totalizar 4342 al final del año. Debido a esto, la evaluación de los menús, para el análisis de interés de este trabajo, sólo considerará el estándar del almuerzo.

En relación con el menú diario presentado por el comedor, el patrón del servicio consistió de una entrada con base de sopa, una porción de verduras, una porción de proteína y un acompañamiento como fuente de carbohidratos y dos opciones de postre centradas en una fruta.

Los menús del comedor están planificados según una guía de consumo diseñada para la población específica con la que trabaja. Esta plantea, para los grupos de alimentos de interés a este trabajo, la oferta diaria de leche entera y queso rallado, carne roja y huevos 3 veces por semana, pollo y pescado cada 15 días y pan y cereales diarios.

La frecuencia de la aparición de los alimentos en la planificación de menú, es levemente diferente a la establecida por las guías. Estas plantean la inclusión de carne roja solo dos veces a la semana (a diferencia de las tres veces sugeridas en el menú del CU#2), pero por otro lado aumentan considerablemente la frecuencia de pescado (dos veces por semana) y pollo (tres veces a la semana). La inclusión de huevos tres veces a la semana y de leche entera diariamente, va en consonancia con las guías, al igual que el consumo diario de panes y cereales (Ministerio de Salud Pública, 2020).

En la práctica, según la muestra de menús sampleada, todos los días de la semana el CU#2 ofreció una opción con algún tipo de proteína animal, sea entera o como parte de una preparación. Esto asegura una oferta mínima de proteína de alta calidad. En el Cuadro 5 se muestra la planificación de menú de una semana típica:

**Cuadro 5. Muestra de una semana tipo de menú.**

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Sopa de fideos	Sopa de fideos	Sopa de fideos	Sopa de fideos	Sopa de fideos
Remolacha cocida (40g)	Buñuelos cantoneses	Mixta	Lechuga	Calabacín al horno
Torta de fiambre Arroz jardinera	Carne al horno Puré de papas	Hamburguesa Fideos con fileto	Carne con salsa estofada Polenta	Milanesa de pescado frita Arroz con cebolla y morrón
Banana Naranja	Manzana Naranja	Naranja Crema de vainilla	Manzana Tarta de ricota dulce con pasas	Mandarina Banana

### **6.3.1. Disponibilidad de carnes como principal fuente de proteína y AACR**

Dada la superioridad de las fuentes de proteína animal sobre las fuentes de origen vegetal ofrecidas por el comedor, en donde no se registraron fuentes vegetales de proteína completa como la soja, haremos foco en el grupo de carnes, lácteos y huevos para hacer el análisis de disponibilidad de proteína total y de AACR. Dentro de este grupo, el protagonismo lo llevan los diferentes cortes de carne, tanto por cantidad de proteína total, como por calidad.

En la planificación de menús del CU#2 está establecido que se debe incluir carne roja y huevos tres veces por semana y pollo y pescado una vez cada quince días. Se identificaron un total de 72 recetas que incluyen alguna variedad de carne como ingrediente principal, repartidos de la siguiente manera: carne roja entera (16), carne roja picada (16), carne de cerdo (1), pollo (10), pescado (18), y otras 11 recetas que incluyen otras variedades como mondongo o matambre. A continuación, se expresa la disponibilidad de proteínas en gramos (g) y de AACR en miligramos (mg) calculados para ser servidos por el comedor por persona, para la porción del menú “Carnes”.

**Cuadro 6. Disponibilidad de AACR por porción de alimento de origen animal**

Tipo de carne	Corte	Gramos por porción	Proteína total (g)	Leucina (mg)	Valina (mg)	Isoleucina (mg)	Total AACR (mg)
Porcina	Bondiola	200,0	43,2	3.680,0	2.260,0	2.120,0	8.060,0
Aviar	Pollo - Muslo <sup>2</sup>	350,0	35,6	3.201,2	1.839,6	1.788,4	6.829,3
Aviar	Pollo - Suprema	120,0	24,8	2.232,0	1.392,0	1.392,0	5.016,0
Aviar	Pollo - Suprema	200,0	41,4	3.720,0	2.320,0	2.320,0	8.360,0
Pescado	Entero	300,0	48,6	4.650,0	2.949,0	2.640,0	10.239,0
Pescado	Entero	200,0	32,4	3.100,0	1.966,0	1.760,0	6.826,0
Pescado	En tartas	160,0	25,9	2.480,0	1.572,8	1.408,0	5.460,8
Bovina	Paleta	120,0	23,0	1.788,0	1.118,4	1.024,8	3.931,2
Bovina	Paleta	140,0	29,3	2.086,0	1.304,8	1.195,6	4.586,4
Bovina	Peceto	120,0	25,1	2.640,0	1.512,0	1.428,0	5.580,0
Bovina	Peceto	140,0	29,3	3.080,0	1.764,0	1.666,0	6.510,0

En las hojas de prescripción del CU#2 se puede identificar que los valores per cápita (gramos por porción) variaban según los tipos de carne utilizados, así como el método de preparación. Esta variación es muy distinta, especialmente cuando se utilizan cortes de pollo y pescado. Como resultado, los valores de proteína total y de AACR difieren en más de un 111,3% y un 160,5% respectivamente.

<sup>2</sup> El perfil del corte de muslo de pollo se calcula con un factor de corrección de 1,64 sobre el peso total.

Para hombres entre 19–30 años, en donde se estima un peso corporal de 70 kg, la recomendación diaria de proteína es de 0.80 g/kg o sea, 56 g totales. Para mujeres, por su parte, tomando un estimado de 57 kg de peso, la recomendación sería 0.80 g/kg/d o 46 g/d de proteína total (Institute of Medicine et al., 2005, p. 649). Podemos establecer que el comedor ofrece, sólo considerando los menús que incluyen carnes, un mínimo de 23 g proteína por porción. Esto deriva en aportar cerca del 41% de los requerimientos diarios en hombres y 50% en mujeres.

En caso de que la porción aumente en tamaño en un menú específico, los números pueden mejorar. Un menú que contiene 300 g de pescado ofrece más de 48 g de proteína, lo que cubre los requerimientos diarios en mujeres y alcanza a cubrir el 85% de los requerimientos en hombres. En caso de optar por el pollo, una porción de 200 g de suprema contiene hasta 41 g de proteína lo que representaría un 73% de los requerimientos en hombres y un 89% en mujeres.

Vemos entonces que en este contexto, los comensales que opten por un menú con carnes, pueden obtener entre un 41% y un 100% de sus requerimientos de proteína diarios, solo considerando la porción de carne del menú.

### **6.3.2. Acompañamientos**

Al consumo de una carne en el menú, deberíamos sumar la elección del acompañamiento ofrecido por el comedor en donde, la variabilidad del aporte de proteína es mayor, pero en algunos casos realiza una contribución significativa de aminoácidos a la dieta.

Como acompañamientos, el Comedor Universitario ofreció los siguientes grupos de preparaciones: papa o boniato (19 opciones), fainá de vegetales y queso (6 opciones), tartas (5 opciones), budines, soufflés y tortillas de vegetales y cereales (11 opciones), pizzas y figazzas (6 opciones), otras preparaciones como tartas y buñuelos (14 opciones).

Se identificó que algunos de ellos contenían alimentos como huevos, leche y queso, lo que podría contribuir al aporte proteico global del plato. Los valores per cápita de estos rubros variaron de una preparación a otra.

Los acompañamientos que llevan leche tuvieron un rango per cápita entre 10 ml (puré de boniatos) y 125ml (tarta de choclo) lo que implica que la variabilidad en el aporte total de proteínas, dado que la leche contiene 3,4g de proteína cada 100 ml, va de 0,34 g a 4,25 g dependiendo de la preparación. En el plano de los AACR, este aporte comprende un rango de entre 67 mg y 825 mg de AACR totales, aportando entre 30 mg y 374 mg de Leucina al plato.

Con respecto al queso, en la gran mayoría de las preparaciones de acompañamiento es utilizado en pequeñas cantidades presumiblemente para saborizar. La moda utilizada per cápita es de 5g de queso rallado en una multiplicidad de recetas aportando 1,1 g de proteína total (asumiendo unos 22 g cada 100 g de proteína de un queso parmesano). En algunas pocas recetas ese número llega a 10g, lo que duplicaría el aporte proteico llevándolo a 2,2g. En la única receta donde el queso es protagonista es en la pizza con queso, donde se calculan 35g per cápita, presumiblemente mozzarella. En el escenario más común de 5g de parmesano se sumarían unos 257 mg de AACR totales, con un aporte de 91 mg de Leucina.

Por su parte, se encontraron 35 acompañamientos que utilizan huevos como ingredientes (todos los fainá, las tartas, los budines y soufflés, etc). Se previó para las recetas un rango de entre 0,2 y 1 unidades de huevo por persona. En general, para los fainás se estimó  $\frac{1}{3}$  de huevo por persona y para las recetas que llevan masa, como alguna tartas, se calcula  $\frac{1}{3}$  para el relleno y 0,17 para la masa, completando  $\frac{1}{2}$  huevo por persona. Entendiendo que un huevo mediano pesa unos 50 g estimamos 5,6 g de proteína por unidad. En este contexto el aporte del huevo a la carga proteica del plato que lo incluya como ingrediente va de 1,13 a 5,6 g de proteína de AVB. En el marco de los AACR se estima un rango entre 262 y 1309 mg totales, aportando entre 109 y 545 mg de Leucina.

### **6.3.3. Postres**

El menú del CU#2 ofrece una opción de postre en cada almuerzo. Si bien en general la oferta es de fruta, al menos dos veces a la semana se ofrece un postre

elaborado. Esta opción incluye múltiples recetas en donde se identificaron el uso de leche y huevos como fuentes de proteína.

Con respecto a la leche, el postre “cremas” ofrece un rango entre 110 y 130 g por persona lo que redonda entre 3,7 y 4,4 g de proteína por porción de postre. Cuando se ofrece arroz con leche, los rangos son levemente inferiores (2,7 y 3,4 g de proteína per cápita). El budín de pan, el flan casero y las tartas que llevan crema pastelera son los otros postres en donde se ofrece cantidades significativas de leche, en los mismos rangos descritos anteriormente. En otros postres la aparición de este ingrediente es marginal, por lo tanto su aporte de proteína no justifica ser considerado.

Con respecto al huevo los rangos son similares. Los bizcochuelos y algunas tortas, los budines y el flan proveen entre  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{2}$  unidad de huevo por persona lo que implica entre 2,3 y 3,4 g de proteína por porción. Otras preparaciones similares y el resto de los postres, o no utilizan este ingrediente o utilizan cantidades menores que no llegan a aportar un gramo de proteína.

Tanto en los acompañamientos como en los postres, cabe señalar que parece existir margen para una mayor inclusión de huevos en el menú, lo que redundaría en mejoras en los perfiles de proteína y micronutrientes, particularmente para aquella parte de los usuarios que no consumen la porción de carne del menú (Réhault-Godbert et al., 2019).

#### **6.3.4. Estimación global**

En el contexto de un menú completo, en donde el usuario consuma la totalidad del plato, podemos inferir las siguientes cantidades de proteína total ofrecidas por el comedor.

Tomando un menú tipo, con carne como plato principal podemos calcular el aporte de proteína y AACR presentados en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Disponibilidad de proteína y AACR en un menú tipo.**

Menú	Ingredientes	Proteína (g)	Leucina (mg)	Valina (mg)	Isoleucina (mg)	Total (mg)
Sopa de fideos	-	~0	~0	~0	~0	~0
Buñuelos	1/3 de huevo	3,80	181,60	143,00	111,80	436,40
Carne al horno	140 g peceto	29,30	3.080,00	1.764,00	1.666,00	6.510,00
Puré de papas	50 ml leche	1,70	149,50	103,00	81,50	334,00
Fruta	-	~0	~0	~0	~0	~0
<b>Totales</b>		<b>34,80</b>	<b>3.411,10</b>	<b>2.010,00</b>	<b>1.859,30</b>	<b>7.280,40</b>

En este contexto podemos estimar que para un usuario del comedor que consuma el plato completo en el almuerzo, la cantidad de proteína total ofrecida cubrirá un 62% de los requerimientos diarios en hombres y un 76% en mujeres.

Es importante recordar que no todos los usuarios tendrán la práctica de consumir el plato completo, y los datos sobre consumo que tenemos disponibles nos indican que un porcentaje de los jóvenes podría no consumir la porción de carne del menú (INIA, 2022). Esto es altamente especulativo, pero cabe preguntarse, en caso de que el usuario decida un patrón de consumo vegetariano, cuáles serían las consecuencias con respecto a su ingesta proteica y de AACR.

En el contexto regional, podemos traer a comparación el trabajo de Nogueira y colegas que presentan datos de menú de seis restaurantes de instituciones educativas públicas en Brasil en donde se ofrece un promedio de 51,8 g (37,6g – 66,3g) de proteína per cápita por comida (Nogueira et al., 2020, p. 15) lo que ubica la oferta del CU#2 algo por debajo en nuestra estimación total.

Por su parte, en este menú se cumplen con las necesidades de AACR para el grupo etario de interés. Según las *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate,...* (2005) el estimado diario de leucina es de 34 mg/kg/d, por lo que para un hombre de 70kg serían necesarios 2380 mg, cifra que es ampliamente cubierta por el menú servido que aporta 3411 mg. Por su parte, el estimado de valina diario es de 19 mg/kg lo que implicaría, en nuestro ejemplo con un hombre de

70 kg, unos 1330 mg. El menú ejemplificado ofrece 2010 mg de valina en su composición, cubriendo con creces los requerimientos diarios. Finalmente los requerimientos de isoleucina para nuestra población es de 15mg/kg por día, lo que implica 1050 mg. El menú ofrece 1859 mg de este aminoácido cubriendo los requerimientos diarios en una sola comida. (Nótese que las recomendaciones no hacen diferencia por género, por lo que al asumir el peso de un varón para el cálculo, contemplamos a todos los usuarios de menor peso).

Como comentario lateral, es interesante destacar que con 3411 mg de leucina en una sola comida se cumplen con creces las necesidades teóricas de la cantidad mínima de este aminoácido para la activación de la síntesis de proteína muscular, que está propuesta en un rango de 2500-3000 mg por ingesta (Churchward-Venne et al., 2012).

#### **6.4. Limitaciones**

Nuestro análisis se realizó con datos ofrecidos por el comedor sobre las compras realizadas y se utilizaron factores de corrección estándar, lo que invariablemente genera una diferencia con lo efectivamente utilizado.

Los menús se estimaron en función de la planificación, por lo que no se pudieron contemplar modificaciones coyunturales que puedan haber surgido durante la ejecución del servicio.

Finalmente, en este formato es imposible acceder a la cantidad consumida efectivamente por los usuarios, por lo que si individualmente decidieron no consumir la porción de proteína incluida en el menú, no se pudo constatar.

## 7. CONCLUSIONES

Es claro que las condiciones del año en estudio no fueron normales ya que la pandemia de COVID-19 afectó los servicios a todo nivel y el CU#2 no fue la excepción. Más allá de esto, tanto en términos cuantitativos como cualitativos encontramos que la oferta de proteína y AACR ofrecida es adecuada y suficiente para los usuarios del servicio.

La inclusión de proteína animal en los menús diarios, asegura un piso de calidad y de cantidad en la oferta de este macronutriente clave, asegurando la presencia de AAE y en particular de los AACR.

Es en este contexto, que resulta aún más interesante ver la búsqueda de mantener pilares nutricionales para una población que lo necesitó más que nunca. Sabemos del vínculo sólido entre la calidad de la alimentación y el desarrollo de las enfermedades crónicas no transmisibles. También sabemos que el vínculo entre estas y la morbilidad por COVID está más que afianzado (Laires et al., 2021; Oliva-Sánchez et al., 2022; Fortuna et al., 2023). En este terreno se puede estimar que la calidad nutricional de los menús ofrecidos por el CU#2 pudieron jugar un papel clave para la calidad de vida de la población afectada.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Alianza Bioersivity-CIAT. (2022). Rice Observatory: Monitoring Survey and Open Access data for the Rice Sector. Version 1.1. Rice Observatory. <https://riceobservatory.org/es/data/consumption>

Arany, Z., & Neinast, M. (2018). Branched chain amino acids in metabolic disease. *Current Diabetes Reports*, 18(10). <https://doi.org/10.1007/s11892-018-1048-7>

Brooks, R. C., Simpson, S. J., & Raubenheimer, D. (2010). The price of protein: Combining evolutionary and economic analysis to understand excessive energy consumption. *Obesity Reviews*, 11(12), 887–894. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789x.2010.00733.x>

Chang, K.-V., Chen, J.-D., Wu, W.-T., Huang, K.-C., Hsu, C.-T., & Han, D.-S. (2017). Association between loss of skeletal muscle mass and mortality and tumor recurrence in hepatocellular carcinoma: A systematic review and meta-analysis. *Liver Cancer*, 7(1), 90–103. <https://doi.org/10.1159/000484950>

Churchward-Venne, T. A., Breen, L., Di Donato, D. M., Hector, A. J., Mitchell, C. J., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Breuille, D., Offord, E. A., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2014). Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: A double-blind, randomized trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(2), 276–286. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.068775>

Churchward-Venne, T. A., Burd, N. A., & Phillips, S. M. (2012). Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: Strategies to enhance anabolism. *Nutrition & Metabolism*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-40>

Davies, R. W., & Jakeman, P. M. (2020). Separating the wheat from the chaff: Nutritional value of plant proteins and their potential contribution to human health. *Nutrients*, 12(8), 2410. <https://doi.org/10.3390/nu12082410>

Dirección General Jurídica, Universidad de la República. (2018). 184 – Reglamento de Becas del Servicio Central de Bienestar Universitario – Dirección

General Jurídica. Dirección General Jurídica, UDELAR.  
<https://dgjuridica.udelar.edu.uy/184-reglamento-de-becas-del-servicio-central-de-bienestar-universitario/>

Domene, S. M. A., Ghedini, N. S. R. V., & Stelutti, J. (2021, January 1). Importância nutricional do arroz e do feijão. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134413>

Elango, R., Ball, R. O., & Pencharz, P. B. (2012). Recent advances in determining protein and amino acid requirements in humans. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S22–S30. <https://doi.org/10.1017/s0007114512002504>

Ertl, P., Knaus, W., & Zollitsch, W. (2016). An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal*, 10(11), 1883–1889. <https://doi.org/10.1017/s1751731116000902>

FAO. (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. <https://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>

Fedewa, M. V., Spencer, S. O., Williams, T. D., Becker, Z. E., & Fuqua, C. A. (2019). Effect of branched-Chain Amino Acid Supplementation on Muscle Soreness following Exercise: A Meta-Analysis. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 89(5–6), 348–356. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000543>

Fortuna, D., Caselli, L., Berti, E., & Moro, M. L. (2023). Direct impact of 2 years of COVID-19 on chronic disease patients: A population-based study in a large hard-hit Italian region. *BMJ Open*, 13(10), e073471. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-073471>

Gorissen, S. H., Horstman, A. M., Franssen, R., Crombag, J. J., Langer, H., Bierau, J., Respondek, F., & van Loon, L. J. (2016). Ingestion of wheat protein increases in vivo muscle protein synthesis rates in healthy older men in a randomized trial. *The Journal of Nutrition*, 146(9), 1651–1659. <https://doi.org/10.3945/jn.116.231340>

Gosby, A. K., Conigrave, A. D., Lau, N. S., Iglesias, M. A., Hall, R. M., Jebb, S. A., Brand-Miller, J., Caterson, I. D., Raubenheimer, D., & Simpson, S. J. (2011).

Testing protein leverage in lean humans: A randomised controlled experimental study. *PLoS ONE*, 6(10), e25929. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025929>

Gwin, J. A., Karl, J. P., Lutz, L. J., Gaffney-Stomberg, E., McClung, J. P., & Pasiakos, S. M. (2019). Higher protein density diets are associated with greater diet quality and micronutrient intake in healthy young adults. *Frontiers in Nutrition*, 6(6). <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00059>

Hall, K. D. (2019). The potential role of protein leverage in the US obesity epidemic. *Obesity*, 27(8), 1222–1224. <https://doi.org/10.1002/oby.22520>

Han, T. S., Al-Gindan, Y. Y., Govan, L., Hankey, C. R., & Lean, M. E. J. (2018). Associations of body fat and skeletal muscle with hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension*, 21(2), 230–238. <https://doi.org/10.1111/jch.13456>

Hansen, T. T., Astrup, A., & Sjödín, A. (2021). Are dietary proteins the key to successful body weight management? A systematic review and meta-analysis of studies assessing body weight outcomes after interventions with increased dietary protein. *Nutrients*, 13(9), 3193. <https://doi.org/10.3390/nu13093193>

Hargreaves, S. M., Raposo, A., Saraiva, A., & Zandonadi, R. P. (2021). Vegetarian diet: An overview through the perspective of quality of life domains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4067. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084067>

Herreman, L., Nommensen, P., Pennings, B., & Laus, M. C. (2020). Comprehensive overview of the quality of plant- And animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. *Food Science & Nutrition*, 8(10), 5379–5391. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1809>

INAC. (2021). Informe de cierre de consumo de carnes en Uruguay 2021. Inac.Uy. <https://www.inac.uy/innovaportal/v/21432/37/innova.bs/informe-de-cierre-de-consumo-de-carnes-en-uruguay-2021>

INDA. (2022). INDA – Alimentación saludable. Revista Importa Que Lo Sepas. <https://www.impo.com.uy/revista/alimentacion-saludable/>

INIA. (2022). Preferencias, motivaciones y cambios en el consumo de carne en Uruguay. [Www.inia.uy](http://www.inia.uy). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16940/1/INIA-71-diciembre-2022-Montossi.pdf>

Joye, I. (2019). Protein digestibility of cereal products. *Foods*, 8(6), 199. <https://doi.org/10.3390/foods8060199>

Kim, G., & Kim, J. H. (2020). Impact of skeletal muscle mass on metabolic health. *Endocrinology and Metabolism*, 35(1), 1. <https://doi.org/10.3803/enm.2020.35.1.1>

Laires, P. A., Dias, S., Gama, A., Moniz, M., Pedro, A. R., Soares, P., Aguiar, P., & Nunes, C. (2021). The association between chronic disease and serious COVID-19 outcomes and its influence on risk perception: Survey study and database analysis. *JMIR Public Health and Surveillance*, 7(1), e22794. <https://doi.org/10.2196/22794>

Leidy, H. J., Clifton, P. M., Astrup, A., Wycherley, T. P., Westerterp-Plantenga, M. S., Luscombe-Marsh, N. D., Woods, S. C., & Mattes, R. D. (2015). The role of protein in weight loss and maintenance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), 1320S-1329S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084038>

Lynch, C. J., & Adams, S. H. (2014). Branched-chain amino acids in metabolic signalling and insulin resistance. *Nature Reviews Endocrinology*, 10(12), 723–736. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2014.171>

Marcon, M., & Zanella, P. B. (2022). The effect of branched-chain amino acids supplementation in physical exercise: A systematic review of human randomized controlled trials. *Science & Sports*, 37(5–6), 393–404. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.05.006>

Martens, E. A., Lemmens, S. G., & Westerterp-Plantenga, Margriet S. (2013a). Protein leverage affects energy intake of high-protein diets in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(1), 86–93. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.046540>

Martens, E. A., Lemmens, S. G., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2013b). Protein leverage affects energy intake of high-protein diets in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(1), 86–93. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.046540>

Mathai, J. K., Liu, Y., & Stein, H. H. (2017). Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *British Journal of Nutrition*, 117(4), 490–499. <https://doi.org/10.1017/s0007114517000125>

Medicine, I. of, Board, F. and N., Intakes, S. C. on the S. E. of D. R., Intakes, S. on I. and U. of D. R., Nutrients, S. on U. R. L. of, Fiber, P. on the D. of D., & Macronutrients, P. on. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. National Academies Press (pp. 589-687).

Menucontrol. (2018). Tabela de percentual de aproveitamento de alimentos e fator de correção. Menu Control. <https://www.menucontrol.com.br/tabela-de-percentual-de-aproveitamento-de-alimentos-e-fator-de-correcao>

Metter, E. J., Talbot, L. A., Schragger, M., & Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(10), B359–B365. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.10.b359>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). Tabla comparativa de precios de canasta básica de alimentos al 15 de setiembre de 2021. Ministerio de Economía y Finanzas. <https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/comunicacion/noticias/tabla-comparativa-precios-canasta-basica-alimentos-15-setiembre-2021>

Ministerio de Salud. (2016). Diagnóstico de la situación alimentaria y nutricional. Ministerio de Salud Pública. <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/comunicacion/publicaciones/diagnostico-situacion-alimentaria-nutricional>

Ministerio de salud. (2019). Guía alimentaria para la población uruguaya. Ministerio de Desarrollo Social. <https://www.gub.uy/ministerio-desarrollo-social/comunicacion/publicaciones/guia-alimentaria-para-la-poblacion-uruguaya>

Ministerio de Salud Pública. (n.d.). Objetivos Sanitarios Nacionales 2030. Caracterización de problemas priorizados Problemas nutricionales: Sobrepeso, obesidad, anemia, retraso de crecimiento, deficiencias de nutrientes.

Ministerio de Salud Pública. (2020). Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes para la población uruguaya. Ministerio de Salud Pública. <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/comunicacion/publicaciones/recomendaciones-ingesta-energia-nutrientes-para-poblacion-uruguaya>

Nair, K. S., Schwartz, R. G., & Welle, S. (1992). Leucine as a regulator of whole body and skeletal muscle protein metabolism in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 263(5), E928–E934. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1992.263.5.e928>

Neinast, M., Murashige, D., & Arany, Z. (2019). Branched chain amino acids. *Annual Review of Physiology*, 81(1), 139–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114455>

Newgard, C. B., An, J., Bain, J. R., Muehlbauer, M. J., Stevens, R. D., Lien, L. F., Haqq, A. M., Shah, S. H., Arlotto, M., Slentz, C. A., Rochon, J., Gallup, D., Ilkayeva, O., Wenner, B. R., Yancy, W. S., Jr., Eisenson, H., Musante, G., Surwit, R. S., Millington, D. S., ... Svetkey, L. P. (2009). A Branched-Chain Amino Acid-Related Metabolic Signature that Differentiates Obese and Lean Humans and Contributes to Insulin Resistance. *Cell Metabolism*, 9(4), 311–326. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2009.02.002>

Nogueira, J. P., Hatjiathanassiadou, M., de Souza, S. R. G., Strasburg, V. J., Rolim, P. M., & Seabra, L. M. J. (2020). Sustainable perspective in public educational institutions restaurants: From foodstuffs purchase to meal offer. *Sustainability*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114340>

OECD, & Nations, F. and A. O. of the U. (2023). OCDE-FAO perspectivas agrícolas 2023-2032. OECD Publishing.

Oliva-Sánchez, P. F., Vadillo-Ortega, F., Bojalil-Parra, R., Martínez-Kobeh, J. P., Pérez-Pérez, J. R., & Pérez-Avalos, J. L. (2022). Factores de riesgo para complicaciones graves de COVID-19, comparando tres olas epidemiológicas. Un enfoque desde la atención primaria en México. *Atención Primaria*, 54(11), 102469. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2022.102469>

OPS/OMS. (2023). Enfermedades no transmisibles. Organización Panamericana de La Salud. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>

Phillips, S. M. (2016). The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. *Nutrition & Metabolism*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0124-8>

Puthuchery, Z. A., Rawal, J., McPhail, M., Connolly, B., Ratnayake, G., Chan, P., Hopkinson, N. S., Padhke, R., Dew, T., Sidhu, P. S., Velloso, C., Seymour, J., Agle, C. C., Selby, A., Limb, M., Edwards, L. M., Smith, K., Rowleson, A., Rennie, M. J., ... Montgomery, H. E. (2013). Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*, 310(15), 1591. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481>

Raubenheimer, D., Machovsky-Capuska, G. E., Gosby, A. K., & Simpson, S. (2014). Nutritional ecology of obesity: From humans to companion animals. *British Journal of Nutrition*, 113(S1), S26–S39. <https://doi.org/10.1017/s0007114514002323>

Réhault-Godbert, S., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The golden egg: Nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684. <https://doi.org/10.3390/nu11030684>

Rondanelli, M., Nichetti, M., Peroni, G., Faliva, M. A., Naso, M., Gasparri, C., Perna, S., Oberto, L., Di Paolo, E., Riva, A., Petrangolini, G., Guerreschi, G., & Tartara, A. (2021). Where to find leucine in food and how to feed elderly with sarcopenia in order to counteract loss of muscle mass: Practical advice. *Frontiers in Nutrition*, 7(7). <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.622391>

Salem, A., Ben Maaoui, K., Jahrami, H., AlMarzooqi, M. A., Boukhris, O., Messai, B., Clark, C. C. T., Glenn, J. M., Ghazzaoui, H. A., Bragazzi, N. L., Ammar, A., Trabelsi, K., & Chtourou, H. (2024). Attenuating muscle damage biomarkers and muscle soreness after an exercise-induced muscle damage with branched-chain amino acid (AACR) supplementation: A systematic review and meta-analysis with meta-regression. *Sports Medicine - Open*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00686-9>

Stokes, T., Hector, A., Morton, R., McGlory, C., & Phillips, S. (2018). Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients*, 10(2), 180. <https://doi.org/10.3390/nu10020180>

Strasburg, V., Dergazarián, S., Nacaratto, S., & Suárez, C. (2024, May 14). Impactos ambientales de los patrones del menú de un hospital universitario en Uruguay. Editora Unijui. [https://www.researchgate.net/publication/380580313\\_Impactos\\_ambientales\\_de\\_los\\_patrones\\_del\\_menu\\_de\\_un\\_hospital\\_universitario\\_en\\_Uruguay](https://www.researchgate.net/publication/380580313_Impactos_ambientales_de_los_patrones_del_menu_de_un_hospital_universitario_en_Uruguay)

Strasburg, V. J., Fontoura, L. S., Bennedetti, L. V., Camargo, E. P. L., Sousa, B. J. de, & Seabra, L. M. J. (2021). Environmental impacts of the water footprint and waste generation from inputs used in the meals of workers in a Brazilian public hospital. *Research, Society and Development*, 10(3), e22510313129–e22510313129. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13129>

Strasburg, V. J., & Jahno, V. D. (2017). Application of eco-efficiency in the assessment of raw materials consumed by university restaurants in Brazil: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 161, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.089>

Strasburg, V. J., Prattes, G., Acevedo, B., & Suárez, C. (2023). Calidad nutricional e impacto en medio ambiente por los insumos de un comedor universitario en Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 73(2), 90–101. <https://doi.org/10.37527/2023.73.2.001>

Swarup, S., Ahmed, I., Grigorova, Y., & Zeltser, R. (2024). Metabolic syndrome. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459248/>.

Tischler, M. E., Desautels, M., & Goldberg, A. L. (1982). Does leucine, leucyl-tRNA, or some metabolite of leucine regulate protein synthesis and degradation in skeletal and cardiac muscle? *Journal of Biological Chemistry*, 257(4), 1613–1621. [https://doi.org/10.1016/s0021-9258\(19\)68081-6](https://doi.org/10.1016/s0021-9258(19)68081-6)

Traylor, D. A., Gorissen, S. H. M., & Phillips, S. M. (2018). Perspective: Protein requirements and optimal intakes in aging: Are we ready to recommend more than the recommended daily allowance? *Advances in Nutrition*, 9(3), 171–182. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy003>

Universidade de São Paulo (USP) & Food Research Center (FoRC). (2023). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). <http://www.fcf.usp.br/tbca>

U.S. Department of Agriculture,. (2024). FoodData central. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>

Vella, C. A., Nelson, M. C., Unkart, J. T., Miljkovic, I., & Allison, M. A. (2020). Skeletal muscle area and density are associated with lipid and lipoprotein cholesterol levels: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Journal of Clinical Lipidology*, 14(1), 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2020.01.002>

Wang, H., Hai, S., Liu, Y., Liu, Y., & Dong, B. (2019). Skeletal muscle mass as a mortality predictor among nonagenarians and centenarians: A prospective cohort study. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38893-0>

Weijs, P. J., Looijaard, W. G., Dekker, I. M., Stapel, S. N., Girbes, A. R., Straaten, H. M. O., & Beishuizen, A. (2014). Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical Care*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/cc13189>

Wilkinson, D. J., Hossain, T., Hill, D. S., Phillips, B. E., Crossland, H., Williams, J., Loughna, P., Churchward-Venne, T. A., Breen, L., Phillips, S. M., Etheridge, T., Rathmacher, J. A., Smith, K., Szewczyk, N. J., & Atherton, P. J. (2013). Effects of leucine and its metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. *The Journal of Physiology*, 591(11), 2911–2923. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.253203>

Wycherley, T. P., Moran, L. J., Clifton, P. M., Noakes, M., & Brinkworth, G. D. (2012). Effects of energy-restricted high-protein, low-fat compared with standard-protein, low-fat diets: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(6), 1281–1298. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.044321>

Zhang, H., Lin, S., Gao, T., Zhong, F., Cai, J., Sun, Y., & Ma, A. (2018). Association between sarcopenia and metabolic syndrome in middle-aged and older Non-Obese Adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 10(3), 364. <https://doi.org/10.3390/nu10030364>

## **ANEXO**

### **Abreviaturas**

AA: Aminoácidos esenciales

AACR: Aminoácidos de cadena ramificada

AVB: Alto valor biológico

BCAA: Branched chain amino acids

CU#2: Comedor Universitario número 2

DIAAS: Digestible Essential Amino Acid Score

DM2: Diabetes mellitus tipo 2

ECNT: Enfermedades Crónicas No Transmisibles

DRI: Dietary Reference Intakes

SPM: Síntesis de proteínas musculares

Kcal: Kilocaloría

Kg: Kilogramo