UEA Agroindustria
PrePrint UEA

Sección Agroindustria
Vol. AGI2324. ep02–208

| Recibido: 15/03/2024 |
| Aceptado: 29/04/2024 |
| Publicado: 12/11/2026 |

Evaluación de la composición proximal de cuatro tubérculos amazónicos

Assessment of the proximate composition of four Amazonian tubers

Daniela Leonor Castillo Solano[1], Leonela Nathaly Rojas Viteri[1] Miguel Angel Enriquez Estrella[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGI2324ep02-208 Crossref

Resumen

El crecimiento poblacional impulsa la demanda de los alimentos, que conlleva a la exploración de nuevas alternativas nutricionales basadas en el consumo tradicional. De los tubérculos presentes en la Región Amazónica, por esta razón fue nuestro objetivo evaluar la composición proximal de cuatro tubérculos amazónicos como la yuca, el jengibre, la papa china y el camote, productos naturales de la amazonia y su contribución en la dieta alimenticia humana. Se empleó un enfoque descriptivo y correlacional, utilizando las normas nacionales e internacionales, así como INEN Y CODEX para las siguientes determinaciones (humedad, proteínas, cenizas, fibra y carbohidratos). Donde se observó que el jengibre posee mayor contenido de 81,00% de humedad, siendo una opción favorable para el consumo humano debido a sus propiedades bioactivas, la papa china conserva el 71,03% de la humedad en su composición, que ayuda a preserva su frescura y valor nutricional, lo que beneficia para la digestibilidad. Por otra parte, la yuca muestra un contenido de cenizas de 2,75% más elevado, todos los tubérculos proporcionan una cantidad adecuada de minerales. Aunque no son ricos en proteínas, son fuentes de carbohidratos, la yuca contiene el 21,82%, vitaminas y minerales. En conclusión, la incorporación regular de los tubérculos en la dieta alimentaria contribuirá significativamente a mantener una nutrición equilibrada y salud óptima del ser humano.

Palabras clave

tubérculos; composición; nutrición; análisis; bioactivas.

Abstract

The population growth drives the demand for food, leading to the exploration of new nutritional alternatives based on traditional consumption. From the tubers present in the Amazon Region, it was our objective to evaluate the proximal composition of four Amazonian tubers such as cassava, ginger, Chinese potato, and sweet potato, natural products of the Amazon and their contribution to the human diet. A descriptive and correlational approach was employed, using national and international standards, as well as INEN and CODEX for the following determinations (moisture, proteins, ash, fiber, and carbohydrates).

It was observed that ginger has a higher moisture content of 81.00%, making it a favorable option for human consumption due to its bioactive properties. Chinese potato retains 71.03% of moisture in its composition, which helps preserve its freshness and nutritional value, benefiting digestibility. On the other hand, cassava shows a higher ash content of 2.75%; all tubers provide an adequate amount of minerals. Although not rich in proteins, they are sources of carbohydrates, with cassava containing 21.82%, vitamins, and minerals. In conclusion, the regular incorporation of tubers into the diet will significantly contribute to maintaining balanced nutrition and optimal human health.

Keywords

tubers; composition; nutrition; analysis; bioactive.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: dl.castillos@uea.edu.ec, ln.rojasv@uea.edu.ec, menriquez@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Daniela Leonor Castillo Solano. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: dl.castillos@uea.edu.ec

Cómo citar

CASTILLO SOLANO, Daniela Leonor , ROJAS VITERI, Leonela Nathaly and ENRIQUEZ ESTRELLA, Miguel Angel 2026. Evaluación de la composición proximal de cuatro tubérculos amazónicos. PrePrint UEA. Vol. AGI2324. p. ep02–208. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGI2324ep02-208

Editores Académicos Willan Orlando Caicedo Quinche

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

El crecimiento demográfico ejerce presión sobre la demanda de alimentos, lo que resulta en fluctuaciones en los precios del mercado. Por consiguiente, se investigan opciones alimenticias que se adapten a las tendencias de consumo de la población (Barrera, 2003). La diversidad de tubérculos cultivados en Ecuador ha generado una gama de alternativas para el consumo. Entre los más destacados se encuentran la papa china, el camote, la yuca y el jengibre, los cuales contribuyen significativamente a la ingesta de nutrientes en la dieta de la población (Neves, 2007).

La *Colocasia esculenta*, comúnmente conocida como papa china, es un tubérculo comestible perteneciente a la familia Aráceae. Este vegetal posee un contenido de carbohidratos del 24.77%, similar al de los cereales. Originaria de Asia, su cultivo se ha extendido por toda África tropical y Egipto, y fue introducida en el continente americano a partir del archipiélago de las Islas Canarias (Sáez, 2022). En Ecuador, la superficie dedicada a su cultivo abarca aproximadamente 419 hectáreas, con un aumento anual del 10% en la región amazónica del país (Orozco et al., 2014).

Según Fagberno y Adebayo (2002), se observó que los ren-

dimientos por hectárea de la papa china eran inferiores a los de otros tubérculos similares. Sin embargo, su alto porcentaje de digestibilidad de almidón, su elevado contenido de carbohidratos y su bajo costo por tonelada la convierten en una alternativa altamente competitiva frente a los cereales y granos. Además, la planta de papa china ofrece otro beneficio significativo: la mayoría de sus partes pueden ser aprovechadas para la producción de alimento animal, como señalan Quinche, (2015). Este recurso natural destaca por su importancia en la seguridad y soberanía alimentaria, ya que posee un alto contenido de elementos nutricionales esenciales como calcio, magnesio, sodio, potasio y hierro. Por otro lado, presenta una amplia variación en el contenido de hidratos de carbono, incluyendo almidón, pentosa, proteína cruda, dextrina, azúcares reductores y sacarosa, como indican Ararat y colaboradores (2005).

El camote *Ipomoea batatas* L, es un tubérculo que se produce alrededor del mundo, cuya producción global llega a los 150 millones de toneladas siendo el continente Asiático su mayor productor con alrededor de 80 millones de toneladas anuales, al igual que la papa china, este tubérculo es de fácil expansión y no requiere suelos fértiles para su producción (Vidal et al., 2018). Dado que el camote no ha sido reconocido como un componente culinario en Ecuador, se está explorando una alternativa para su introducción en el mercado mediante procesos agroindustriales, generando productos derivados como harina, galletas y compotas para bebés, entre otros (Cobeña Ruiz et al., 2017).

En concordancia con esta perspectiva, Izarra (1992) señala que este tubérculo exhibe un elevado contenido de almidón, predominantemente en forma de amilopectina, representando aproximadamente el 60-70% de su composición total, destacando así su notable facilidad de digestión. Además de su perfil de almidón, el ñame o camote presenta una riqueza nutricional que engloba vitaminas esenciales como tiamina, vitamina B_3, vitamina B_2, ácido fólico y vitamina C, la presencia de proteínas, grasas y un contenido significativo de fibra posiciona al ñame como un componente fundamental para integrar en la dieta cotidiana Vidal et al., (2018)

La yuca *Manihot esculenta* es una planta perteneciente a la familia euforbiáceas, que prospera en climas tropicales y subtropicales en todo el mundo (Pretell, 2018). Durante el periodo comprendido entre 1979 y 1981, alcanzó su máxima producción, llegando aproximadamente a los 120 millones de toneladas anuales. Sin embargo, es importante destacar que sus raíces contienen un 65% de agua, lo que significa que la producción de materia seca se reduce a aproximadamente 42 millones de toneladas anuales (Barrios, 2010). En el continente africano, la producción mundial de yuca representa un significativo 37%, abarcando una extensión de cultivo que se estima en alrededor de 7.3 millones de hectáreas (Aristizábal et al., 2007). Esta amplia área cultivada ha dado lugar a una producción anual de aproximadamente 46.5 millones de toneladas.

Por otro lado, en Asia, la yuca ocupa aproximadamente un 27% de la superficie total destinada a cultivos, destacando países como Vietnam e India como importantes contribuyentes Suárez y Mederos en 2011. En el contexto ecuatoriano, la producción principal de yuca se concentra en la región amazónica, específicamente en las provincias de Morona Santiago, Pastaza y Sucumbíos, según lo indicado por Suárez y Mederos en 2011. Su perfil nutricional, que incluye carbohidratos, fibra, vitaminas, minerales y proteínas, hace que la yuca sea un componente óptimo en las dietas alimentarias de la población (Neves, 2007).

El jengibre, científicamente conocido como *Zingiber officinale*, pertenece al género de las plantas herbáceas y comparte características de cultivo con otras especies tropicales, desarrollándose principalmente en zonas cálidas del trópico (Vega, 2015). Es originario del Sudeste Asiático, donde se le conoce como sringavera, este tubérculo ha encontrado un terreno propicio para su cultivo en diversas regiones, destacando su amplia presencia en la Amazonia ecuatoriana, lo que sugiere su capacidad para expandirse en entornos diversos (Acuña & Torres, 2010). En el contexto de los principales productores de este tubérculo, destaca India, que alcanza una producción de 1 millón de toneladas con un área de cultivo de 165 mil hectáreas, seguido de cerca por Nigeria y China, según reportes de Lujiu et al. (2004). En el caso específico de Ecuador, el país exhibe un considerable potencial en el ámbito agrícola, generando un impacto significativo en el Producto Interno Bruto (PIB) con una contribución del 8%. Además, desempeña un papel fundamental en la generación de empleo en zonas rurales a través de la contratación de mano de obra en sistemas de producción agropecuaria. Este aspecto no solo fortalece la economía local, sino que también impulsa el desarrollo socioeconómico de los residentes (Parra, 2023). La composición del jengibre incluye varios principios activos, siendo el aceite esencial y la resina dos de los componentes más significativos, presentes en proporciones aproximadas del 5 al 8%. Estos elementos son responsables del aroma y su sabor picante (Salgado, 2011).

La relevancia de incorporar estos cuatro tubérculos en la alimentación diaria es significativa; sin embargo, la carencia de conocimiento acerca de los beneficios nutricionales que pueden aportar estos tubérculos obstaculiza la maximización de su inclusión en las dietas cotidianas. La información específica sobre los nutrientes presentes en dichos tubérculos es limitada, lo que también dificulta la formulación de estrategias efectivas para la creación de productos que favorezcan la salud.

El estudio se fundamenta en el reconocimiento de la importancia de los nutrientes presentes en los tubérculos amazónicos, los cuales desempeñan un papel significativo en la formulación de dietas equilibradas. Dichos productos no solo aportan una variada gama de elementos esenciales para el organismo, sino que también son fundamentales para abordar las necesidades nutricionales individuales, el objetivo es evaluar la composición proximal de cuatro tubérculos amazónicos, con el fin de contribuir a la inclusión regular de estos alimentos en la dieta alimentaria que juega un papel crucial en la prevención de deficiencias nutricionales humanas, debido a que estos productos ofrecen una fuente rica en carbohidratos y nutrientes esenciales

2. Metodología

2.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo mediante el análisis de nutrientes en cuatro variedades de tubérculos amazónicos (Papa china, jengibre, Yuca y Camote) en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, situado en el kilómetro 2 ½ de la vía Puyo a Tena, paso lateral.

2.2. Tipo de Investigación

El presente estudio adopta un enfoque descriptivo y correlacional enfocado al análisis y la relación de los nutrientes de 4 tubérculos amazónicos: Yuca (*Manihot esculenta*), Camote (*Ipomoea batatas* L.), Papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y jengibre (*Zingiber officinale*).

2.3. Métodos

Este estudio se clasifica como una investigación aplicada enfocada en análisis bromatológicos de los tubérculos mencionados. Se fundamenta en variables como el contenido nutricional y la naturaleza del producto. Con el objetivo de relacionar la información recopilada, se ha creado una tabla comparativa que busca observar las diferencias significativas de los nutrientes, y se aplicó un ANOVA a los parámetros químicos analizados.

2.4. Determinación de humedad

Utilizando el método AOAC 930.15, Internacional Association of Analytical Communities) se procedió a la obtención del contenido de humedad. Este método implica la introducción de 2 g de muestra molida en el recipiente de aluminio previamente secado y pesado el cual fue colocado en una estufa a una temperatura de 100 – 105 °C durante un período de 2 horas. Al finalizar este tiempo, el recipiente se tapa y se transfiere a un desecador durante 5 minutos. Posteriormente, se registró el peso final de la muestra, y el porcentaje de humedad se determinó mediante la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra.

2.5. Determinación de la proteína

Se efectuó mediante el método Kjeldahl AOAC 954.01, según la norma INEN 519 procediendo a pesar la muestra 0,2 g previamente molida en papel graso y se colocó en el tubo de digestión previamente en paquete de papel celofán de tal forma que no se adhiera al tubo la muestra. Después se colocó la pastilla Kjeldahl 1,1 g y 3 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, se colocó en los tubos del digestor a una temperatura de 370-400 °C se abrió la llave de la extracción de gases al vacío y digerir por 2 horas. Se retiro los tubos del digestor y se procedió a enfriar evitando que se endurezca la muestra, después se añadió 65 mL de agua destilada y se agitó suavemente hasta que se enfrió. Luego en un tubo de ensayo de 25 mL se agregó 10 mL de ácido bórico al 2% y 3 gotas de indicador Tashiro y se colocó en el destilador hasta que la solución se condensó en el tubo. Después se añadió 10 mL de hidróxido de sodio al 10 N al tubo de digestión y se colocó en el equipo destilador, se destiló por 10 minutos y se recogió 100-150 mL de solución de proteína. Luego se tituló con ácido sulfúrico 0,2 N hasta que cambio de color de verde a púrpura donde nos indicó el punto final. Finalmente se anotó el consumo y se procedió a realizar los cálculos para la determinación de la proteína.

2.6. Determinación de fibra

Se entiende por fibra cruda al residuo lavado, secado y pesado que queda luego de la digestión de muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluido sucesivamente. Se procedió a pesar 1 g de la muestra previamente desengrasada y se colocó en un vaso de precipitación, se adicionó 150 mL de ácido sulfúrico a 0,255 N. Luego se procedió a hervir por 30 minutos contados desde el momento que empezó la ebullición. Posteriormente se filtró la muestra en caliente y se lavó con agua destilada hasta que todo el ácido fue eliminado, luego se colocó el residuo en el mismo vaso de precipitación y se adicionó 150 mL de hidróxido de sodio 0,313 N. Este procedimiento se realizó por segunda vez nuevamente. Posteriormente después del último lavado se enjuagó 3 veces el residuo con 10 mL de alcohol potable. Seguidamente colocando el residuo en un crisol y se metió a la estufa a 105 °C hasta su sequedad después se colocó en el desecador y se pesó la muestra para ubicar en la mufla a 600 °C durante 30 minutos, se volvió a colocar en el desecador y pesar nuevamente para realizar los cálculos y determinando de la fibra.

2.7. Determinación de cenizas

El procedimiento se inició mediante la pesada del crisol vacío, seguido por la adición de 2 g de la muestra molida. Posteriormente, la muestra se transfirió a una hornilla para luego ser quemada hasta su carbonización con la ayuda de una pinza el crisol fue cuidadosamente colocado en una mufla y se incineró a 600 °C por 2 horas aproximadamente. Posteriormente se colocó en el desecador hasta que se enfrió la muestra. Finalmente se llevó a cabo el pesado correspondiente, obteniendo así los datos necesarios para el análisis de la ceniza.

2.8. Determinación de la grasa

El procedimiento se llevó a cabo utilizando el método de Soxhlet, empleando éter de petróleo como solvente extractor, siguiendo las pautas establecidas. Se procedió a pesar 2 g de muestra seca libre de humedad en papel filtro formando un empaquetado en papel celofán, después se procedió a pesar el balón de extracción de cuello esmerilado. Se coloco el paquete de muestra en la cámara central con sifón el aparato extractor labconco. Posteriormente se colocó el balón de 70-80 mL de éter de petróleo y adaptar el mismo al aparato extractor. Después se procedió a encender el equipo a una temperatura de 6,5 °C se procedió a mantener constantemente el volumen de éter y efectuar la extracción a reflujo por 2-4 horas dependiendo del contenido de grasa de la muestra. Una vez que se terminó la extracción se retiró el paquete de la muestra y se colocó a la estufa a 105 °C por 3-5 minutos. Después se procedió a destilar el solvente en el mismo equipo y se colocó el balón y su contenido en la estufa a 100-110 °C por media hora. Finalmente se enfrió en el desecador y se realizó el pesado para después realizar los cálculos de grasa.

2.9. Determinación de carbohidratos

Para la determinación por el método de espectroscopia en UV-Visible se preparó la curva de calibración que consiste en una batería de cinco 5 soluciones de glucosa a concentraciones de 50,100,150,200 y 250 ppm.

Se añadió 1 cm^3 de una solución de hidróxido de potasio al 30 % en cinco tubos de ensayo, y cada uno se sometió a una temperatura de 100 °C durante 10 minutos. Después de este periodo, los tubos fueron retirados del baño maría y se les dejo enfriar. Posteriormente, se agregaron 8 cm^3 de reactivo de Antrona en ácido sulfúrico a cada tubo, y se colocaron nuevamente en un baño maría a 40 °C durante 15 minutos. Tras enfriarse nuevamente, se llevaron a cabo las mediciones espectrofotométricas correspondientes utilizando un espectrómetro de fase continua.

3. Resultados y discusión

3.1. Recopilación de datos

En la **Tabla 1** se detalla la procedencia y la codificación de los tubérculos que fueron utilizados en el estudio.

Tabla 1 | Codificación de las muestras

Producto	Procedencia	Código
Yuca (Manihot esculenta)	Pastaza	TU001
Camote (Ipomoea batatas L)	Pastaza	TU002
Papa china (Colocasia esculenta (L.) Schott)	Pastaza	TU003
jengibre (Zingiber officinale)	Pastaza	TU004

La **Figura 1** muestra un diagrama de bloques que describe los pasos seguidos para obtener los resultados necesarios en el estudio.

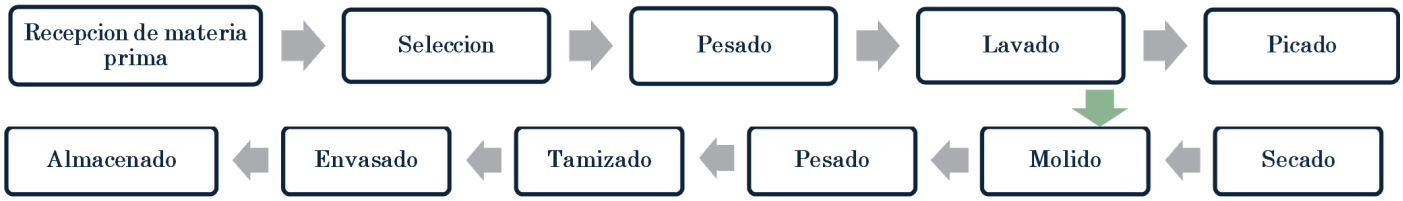

Figura 1 | Diagrama de bloques para la obtención de harina

3.2. Resultados

En la **Tabla 2** se presentan los resultados de los análisis químicos de los 4 tubérculos seleccionados para el estudio.

Tabla 2 | Codificación de las muestras. Carboh: Carbohidratos, Hum: Humedad, Prot: Proteína

Producto	Carboh (%)	Hum. (%)	Ceniza (%)	Prot. (%)	Grasa (%)	Fibra (%)
Yuca	21,82	63,05	2,75	2,80	7,41	2,17
Camote	19,90	65,85	2,27	2,49	5,00	4,49
Papa China	20,31	71,03	1,90	2,00	1,80	2,96
jengibre	12,00	81,00	1,78	2,00	1,10	2,12

Después de obtener los resultados de laboratorio, se procedió a aplicar un análisis de varianza (ANOVA) a las muestras. Esta técnica se emplea para comparar las medias de tres o más grupos independientes con el fin de determinar la presencia de diferencias significativas entre ellos. Para llevar a cabo este análisis, se utilizó el software Infostat
Tabla 3, 4 y 5.

Tabla 3 | Humedad

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Humedad	12	1,00	1,00	0,07

Tabla 4 | Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

Test: Duncan Alfa=0,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valo
Modelo	562,11	3	187,37	7 2764,92	<0,0001
Producto	562,11	3	187,37	7 2764,92	<0,0001
Error	0,02	8	2,6E-03		
Total	562,13	11			

Tabla 5 | Error: 0,0026 gl: 8

Producto	Medias	n	E.E.			
jengibre	81,00	3	0,03	A		
Papa China	71,03	3	0,03		B	
Camote	65,85	3	0,03			C
Yuca	63,05	3	0,03			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05). Se observa que existe una diferencia significativa de este parámetro entre los 4 tubérculos analizados, esto se puede deber a la composición estructural, la especie y el proceso de deshidratado antes del ingreso al laboratorio **Tabla 6, 7 y 8**.

Tabla 6 | Ceniza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Ceniza	12	1,00	1,00	0,46

Tabla 7 | Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

Test: Duncan Alfa=0,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valo
Modelo	1,71	3	0,57	5 713,00	<0,0001
Producto	1,71	3	0,57	5 713,00	<0,0001
Error	8,0E-04	8	1,0E-04		
Total	1,71	11			

Tabla 8 | Error: 0,0001 gl: 8

Producto	Medias	n	E.E.	
Yuca	2,75	3	0,01	A
Camote	2,27	3	0,01	B
Papa China	1,90	3	0,01	C
jengibre	1,78	3	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05). Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) muestran una diferencia estadísticamente significativa entre los 4 tipos de tubérculos evaluados. Se destaca que la yuca exhibe un contenido de cenizas más elevado en comparación con el jengibre, mientras que la papa china presenta una concentración notablemente mayor de carbohidratos. Es importante señalar que el contenido mineral de los productos es un factor fundamental que influye en estos resultados **Tabla 9, 10 y 11.**

Tabla 9 | Proteína

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Proteína	12	0,99	0,98	1,86

Tabla 10 | Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III). Test: Duncan Alfa=0,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valo
Modelo	1,28	3	0,43	224,36	<0,0001
Producto	1,28	3	0,43	224,36	<0,0001
Error	0,02	8	1,9E-03		
Total	1,29	11			

Tabla 11 | Error: 0,0019 gl: 8

Producto	Medias	n	E.E.	
Yuca	2,80	3	0,03	A
Camote	2,49	3	0,03	B
Papa China	2,03	3	0,03	C
jengibre	2,03	3	0,03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05). Se observa que existe una diferencia significativa de este parámetro en los 4 tubérculos analizados, esto se puede deber a la genética de la planta, los factores biológicos de la región y las interacciones biológicas con el suelo esto puede afectar la síntesis y acumulación de proteínas en las plantas **Tabla 12, 13 y 14**.

Tabla 12 | Fibra

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Fibra	12	1,00	1,00	0,34

Tabla 13 | Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III). Test: Duncan Alfa=0,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valo
Modelo	11,00	3	3,67	36 681,00	<0,0001
Producto	11,00	3	3,67	36 681,00	<0,0001
Error	8,0E-04	8	1,0E-04		
Total	11,01	11			

Tabla 14 | Error: 0,0001 gl: 8

Producto	Medias	n	E.E.	
Camote	4,49	3	0,01	A
Papa China	2,96	3	0,01	B
Yuca	2,17	3	0,01	C
jengibre	2,12	3	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05). Se ha observado una diferencia significativa en este parámetro entre los cuatro tubérculos analizados. Esto puede atribuirse a una combinación de factores genéticos, ambientales, agrícolas y de procesamiento que influyen en el desarrollo y la composición de las fibras en las plantas **Tabla 15, 16 y 17**.

Tabla 15 | Grasa

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Grasa	12	1,00	1,00	1,33

Tabla 16 | Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III). Test: Duncan Alfa=0,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valo
Modelo	77,28	3	25,76	10 003,52	<0,0001
Producto	77,28	3	25,76	10 003,52	<0,0001
Error	0,02	8	2,6E-03		
Total	77,30	11			

Tabla 17 | Error: 0,0026 gl: 8

Producto	Medias	n	E.E.	
Yuca	7,41	3	0,03	A
Camote	5,00	3	0,03	B
Papa China	1,80	3	0,03	C
jengibre	1,10	3	0,03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05). Se ha observado una diferencia significativa en el parámetro mencionado entre los cuatro tipos de tubérculos analizados. Esta variación puede atribuirse a una combinación de factores genéticos, ambientales, agrícolas, de almacenamiento, procesamiento e interacciones biológicas que influyen en la acumulación de grasa en las plantas **Tabla 18, 19 y 20**.

Tabla 18 | Carbohidratos

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Carbohidratos	12	0,17	0,00	107,46

Tabla 19 | Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III). Test: Duncan Alfa=0,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valo
Modelo	1 377,36	3	459,12	0,55	0,6612
Producto	1 377,36	3	459,12	0,55	0,6612
Error	6 658,67	8	832,33		
Total	8 036,03	11			

Tabla 20 | Error: 0,0026 gl: 8

Producto	Medias	n	E.E.		
Yuca	7,41	3	0,03	A	
Camote	5,00	3	0,03		B
Papa China	1,80	3	0,03		C
jengibre	1,10	3	0,03		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05). El análisis de varianza (ANOVA) reveló que no se encontraron diferencias significativas en el contenido nutricional entre los cuatro tipos de tubérculos. Esto sugiere que son comparables entre sí y no se encontró evidencia estadística que indique que alguno de los tubérculos tenga un perfil nutricional superior a los otros analizados.

El análisis de múltiples parámetros nutricionales en cuatro tipos de tubérculos reveló diferencias significativas en su composición, destacando hallazgos como la mayor concentración de cenizas en la yuca en comparación con el jengibre, así como una notable variación en el contenido de carbohidratos, siendo la papa china la que presenta la concentración más alta. Estas discrepancias pueden atribuirse a diversos factores, incluyendo la composición estructural de los tubérculos, las especies específicas y los procesos de deshidratación previos al análisis. Además, se observó una diversidad de resultados en cuanto a la presencia de proteínas y grasas, influenciadas por factores genéticos, ambientales, agrícolas y de procesamiento. Sin embargo, el análisis de varianza (ANOVA) si evidenció diferencias significativas en el contenido nutricional general entre los tubérculos, sugiriendo que son comparables entre sí en términos nutricionales. Estos resultados son cruciales para comprender las características nutricionales de estos alimentos y pueden tener implicaciones significativas en la selección y consumo de los mismos.

La humedad en los alimentos desempeña un papel crucial en la salud humana al facilitar numerosas reacciones biológicas vitales. Badui Dergal (2006) resalta la importancia de la ingesta de líquidos, que permite llevar a cabo diversas funciones biológicas. Burger y Walters (1973) sostienen que consumir alimentos ricos en agua contribuye a regular la temperatura corporal y mantener el equilibrio hídrico en el cuerpo humano. En relación con los tubérculos, Dergan et al. (2006) señalan que su contenido de humedad afecta directamente la viscosidad de los alimentos, influyendo en su capacidad de ser absorbidos eficientemente por el organismo. Esta característica facilita la acción de las enzimas al degradar sustancias complejas en componentes más simples, lo que favorece su asimilación por parte del cuerpo humano. Esta idea encuentra respaldo en las afirmaciones de Rojas (2013), quien sostiene que la humedad presente en los tubérculos regula la absorción de nutrientes esenciales en el tracto digestivo.

El contenido de cenizas en los tubérculos es un factor crucial para la cantidad de minerales presentes, lo que lo convierte en un aspecto de gran relevancia para la nutrición (Lafaux y Bastidas, 2013). Según Castro et al. (2015), minerales como el calcio, hierro, potasio y zinc son indispensables para mantener la salud humana. Por ejemplo, investigaciones realizadas por Palomino et al. (2010) han demostrado que la papa china posee un alto contenido de cobre y zinc, mientras que el jengibre es rico en potasio, fósforo, magnesio y hierro, contribuyendo a la regulación del sistema nervioso central (Elmadfa et al., 2016). Asimismo, Wang et al. (2016) han señalado que el camote contiene minerales con un alto valor nutricional que benefician la salud. Por otro lado, la yuca, debido a su contenido mineral (Blanco et al., 2004), se postula como una contribución significativa a la nutrición y salud. Por lo tanto, se evidencia que un mayor contenido de cenizas aumenta el valor nutricional de los tubérculos, proporcionando minerales esenciales en la dieta, lo que ayuda a prevenir enfermedades y mejorar la salud (Vidal, 2018).

Las proteínas desempeñan un papel fundamental en la alimentación, proporcionando energía al organismo y facilitando diversas funciones fisiológicas (Odriozola, 2002). Según Vidal et al. (2018), el camote se destaca como una fuente nutricionalmente relevante de proteínas, ya que contiene aminoácidos esenciales cruciales para el adecuado funcionamiento del cuerpo humano. Por otro lado, el jengibre contiene serotonina, un aminoácido que actúa como neurotransmisor y forma parte de su perfil proteico (Wichtl & Phytopharmaca, 1989). En el mismo sentido, investigaciones realizadas por Palomino et al. (2010) y Metzler et al. (2004) indican que la yuca y la papa china también proporcionan proteínas en cantidades significativas, convirtiéndolas en componentes valiosos para una dieta equilibrada. Además, debido a sus otros componentes nutricionales, estas raíces son consideradas indispensables para la promoción de la salud.

La fibra desempeña un papel fundamental en la promoción de una nutrición saludable y en el funcionamiento adecuado

del sistema digestivo humano (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006). Por ejemplo, el camote es rico en celulosa y hemicelulosa, tipos de fibra que aceleran el tránsito intestinal, aunque su asimilación en el organismo es lenta (Vidal, et al., 2018). Investigaciones sobre la harina de papa china indican que esta variedad contiene fibra dietética insoluble, lo que puede contribuir a acelerar el tránsito intestinal (Neshich, et al., 1995). En cuanto al jengibre, se ha observado que el contenido de fibra en este tubérculo varía según su madurez, siendo el jengibre maduro más grueso y fibroso, lo que puede ser beneficioso para trastornos gastrointestinales y otras enfermedades (Ordaz, et al., 2021; Stoilova, et al., 2007). Por otro lado, la yuca también juega un papel en la promoción de una buena digestión debido a su contenido de fibras dietéticas, aunque en valores intermedios en comparación con otros tubérculos (Metzler, et al., 2004). En resumen, el consumo de tubérculos como el camote, la papa china, el jengibre y la yuca puede ser beneficioso para mantener una digestión saludable gracias a su contenido de fibra, aunque la composición específica de la fibra varía entre ellos y puede influir en diferentes aspectos de la salud digestiva.

Se ha observado que ciertos tubérculos contienen ácidos grasos que poseen propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Espín et al., 2004). Las grasas saturadas y trans presentes en los alimentos han sido ampliamente reconocidas como factores perjudiciales para la salud humana, debido a su asociación con el aumento del riesgo de diversas enfermedades (Barendse, 2014). Sin embargo, en la mayoría de los tubérculos analizados, estos tipos de grasas no se encuentran en porcentajes elevados. El incremento del contenido de grasa en los alimentos se da por la combinación de grasas animales más aquellas que el alimento contiene de forma natural. Por ejemplo, el camote se considera un alimento de alto valor nutricional debido a su contenido de vitaminas A y C, lípidos séricos y carotenoides, que se ha demostrado que tienen efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades como las cardiovasculares, la hipertensión arterial y el sobrepeso (Vidal, et al., 2018). Por otro lado, el jengibre, gracias a sus componentes lipídicos, se considera un tubérculo apto para el consumo, ya que puede ayudar a prevenir náuseas o eliminar bacterias estomacales (Olmos Vega & Escobedo Martínez, 2022). Investigaciones realizadas por (Bayata, 2019) han determinado una baja composición de grasa en el tubérculo de yuca, lo cual es beneficioso para su inclusión en dietas equilibradas y saludables, especialmente para aquellos individuos que buscan reducir su ingesta de grasas saturadas y trans en su alimentación diaria. Dentro del mismo contexto, Temesgen & Retta (2015) mencionan que el tubérculo de papa china se caracteriza por tener un bajo contenido de grasa, lo que la convierte en una opción saludable y nutritiva que puede contribuir al control de peso, la salud cardiovascular, la digestión y el fortalecimiento del sistema inmunológico.

4. Conclusiones

Tras analizar los resultados, se pudo determinar la composición nutricional de cuatro tubérculos amazónicos, ofreciendo una visión detallada de su evolución proximal. El jengibre destaca por su alto contenido de humedad y propiedades bioactivas, mientras que la papa china sobresale por su capacidad para conservar nutrientes esenciales debido a su elevado contenido de humedad. A pesar de que la yuca presenta un mayor contenido de cenizas, indicativo de una concentración superior de minerales, todos los tubérculos estudiados aportan beneficios positivos a la dieta humana.

Se observó una diversidad de resultados en términos de presencia de proteínas y grasas, influenciados por factores genéticos, ambientales, agrícolas y de procesamiento. Aunque no son fuentes destacadas de proteínas, estos tubérculos ofrecen valiosos carbohidratos, vitaminas y minerales. En particular, el camote se distingue como una fuente rica en fibra, crucial para la salud digestiva. Las diferencias en el contenido de grasa entre los tubérculos permiten una elección adaptable a las preferencias y necesidades nutricionales individuales.

El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas en el contenido nutricional general entre los tubérculos, lo que sugiere que son comparables en términos nutricionales y pueden contribuir de manera significativa a la dieta alimenticia de las personas. En conjunto, estos hallazgos resaltan la importancia de incluir una variedad de tubérculos en la alimentación para garantizar una nutrición equilibrada y completa.

Contribuciones de los autores:

Daniela Leonor Castillo Solano: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Leonela Nathaly Rojas Viteri: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Miguel Angel Enriquez Estrella: Concepción del trabbajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

Acuña, O., & Torres, A. (2010). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (zingiber officinale) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa.

Aristizábal, J., Sánchez, T., & Lorío, D. M. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca (Vol. 163). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma.

Ararat, J. E., Labrador, N., & Salazar, A. (2005). Estudios agronómicos y botánicos de especies promisorias para uso como forraje: El bore Xanthosa sagittifolium.

Badui Dergal, S. (2006). Química de los alimentos (Cuarta ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.

Barrios, M. B. (2010). Efecto del sistema de manejo de suelo en el desarrollo de raíces, absorción de agua y productividad en una rotación soja-trigo en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Blanco Metzler, A., Tovar, J., & Fernández Piedra, M. (2004). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54(3), 322-327.

Burger, I. H., & Walters, C. L. (1973). The effect of processing on the nutritive value of flesh foods. Proceedings of the Nutrition Society, 32(1), 1-8.

Castro, J., Toledo, A., Rodríguez, B., Perdomo, A., Rodríguez, E., & Díaz, C. (2015). Caracterización morfológica y composición química de chayotas (Sechium edule) cultivadas en las Islas Canarias (España). España.

Cobeña Ruiz, G., Cañarte Bermúdez, E., Mendoza García, A., Cárdenas Guillen, F. M., & Guzmán Cedeño, Á. (2017). Manual técnico del cultivo de camote.

Dergal, S. B., Rodriguez, H. B., & Morales, A. A. (2006). Química de los alimentos (No. 04; TX354 B3 2006.). Pearson educación.

Elmadfa, I., Aign, W., Muskat, E., & Fritzsche, D. (2004). Die große GU Nährwert Kalorien Tabelle. München: Gräfe und Unzer Verlag, 5, 3-22.

Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. Nutrición Hospitalaria, 21(2), 61-72.

Espín, S., Villacrés, E., & Brito Grandes, B. (2004). Caracterización físico–química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos.

Fagberno, O., & Adebayo, T. (2002). A review of the animals and aquafeed industries in Nigeria.

Izarra[1], P. P. (1992). El camote en el Perú: Producción, demanda actual y perspectivas agroindustriales. desarrollo de productos de raíces y tubérculos, 2, 111.

Jaimez Ordaz, J., Contreras López, E., González Mesillas, F., González Olivares, L. G., Onofre Sánchez, J. E., & Ramírez Godínez, J. (2021). Caracterización física y química de Zingiber officinaleen diferentes estados de maduración para su uso potencialen la elaboración de bebidas saludables. Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI, 9(17), 82-87.

Lafaux, M., & Bastidas, J. (2013). Efecto de la aplicación de bovinaza sobre la composición nutricional del tubérculo de remolacha forrajera (beta vulgaris l), en un suelo Andeps municipio de Pasto, departamento de Nariño.

Lujiu, L., Xisheng, G., Jiejun, G., Nam, D., & Lin, Z. (2004). Respuesta del jengibre al potasio. Información Agronómicas (Ec.) n, 54, 10-12.

Monte Neshich, D. C., Rocha, T. L., Guimarães, R. L., Santana, E. F., Loureiro, M. E., Valle, M., & de Sá, M. G. (1995). Characterization and spatial localization of the major globulin families of taro (Colocasia esculenta L. Schott) tubers. Plant Science, 112(2), 149-159.

Neves, E. G. (2007). El Formativo que nunca terminó: la larga historia de estabilidad en las ocupaciones humanas de la Amazonía central. Boletín de arqueología PUCP(11), 117-142.

Odriozola, J. M. (2002). Importancia de las proteínas en la dieta de los deportistas. Selección: Revista española e iberoamericana de medicina de la educación física y el deporte, 11(3), 114-117.

Orozco, M. C. A., Garces, C. L. S., & & Rivera, C. H. (2014). Agronomic and harvest efficiency valuations of "papa china"(Colocasia esculenta L. Revista de Investigacion Agraria y Ambiental, 5(2), 169.

Palomino, C., Molina, Y., & Pérez, E. (2010). Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de Colocasia esculenta (L.) Schott y Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott. Rev. Fac. Agron. (UCV), 36(2), 58-66.

Parra Real, J. L. (2023). El empleo agropecuario en la pobreza de la economía ecuatoriana período 2007-2022 (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Economía).

Pretell Rojas, M. (2018). Fabricación de vajilla comestible a partir de biopolímeros de yuca (Manihot esculenta) y sábila (Aloe vera), 2017-2018.

Quinche, W. O. C. (2015). Valoración nutritiva del ensilaje de tubérculos de papa china [Colocasia esculenta (L.) Schott] y su uso en la alimentación de cerdos en crecimiento ceba (Doctoral dissertation, Universidad de Granma).

Rojas, R. M. (2013). Nutrición y dietética para tecnólogos de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos.

Sáenz Aguirre, Á. Y. (2022). Producción de un biomaterial a partir de la papa china (Colocasia esculenta) para el embalaje de alimentos.

Salgado, F. (2011). El jengibre (Zingiber officinale). Revista internacional de acupuntura, 5(4), 167-173.

Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P., & Gargova, S. (2007). Antioxidant activity of a ginger extracts (Zingiber officinale). Food Chemistry, 102, 764–770. doi:10.1016/j.foodchem.2006.06.023

Suárez, L., & Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Tendencias actuales. Cultivos tropicales , 32 (3), 27-35.

Vega, M. S. (2015). Cultivo de plantas medicinales: verbena, jengibre y piripri en la granja demostrativa de Leda, período de preparación de terreno, siembra, mantenimiento y seguimiento Universidad de Cuenca]. Puyo-Ecuador.

Vidal, A., Zaucedo, A., Ramos, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (Ipomoea batatas L.) y sus beneficios en la salud humana. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(2).

Vidal, A. R., Zaucedo-Zuñiga, A. L., & de Lorena Ramos-García, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (Ipomoea batatas L.) y sus beneficios en la salud humana. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(2).

Wang, S., Nie, S., & Zhu, F. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. Food Res Int, 89, 90-116.

Wichtl, M., & Phytopharmaca, T. (1989). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. 249-51.