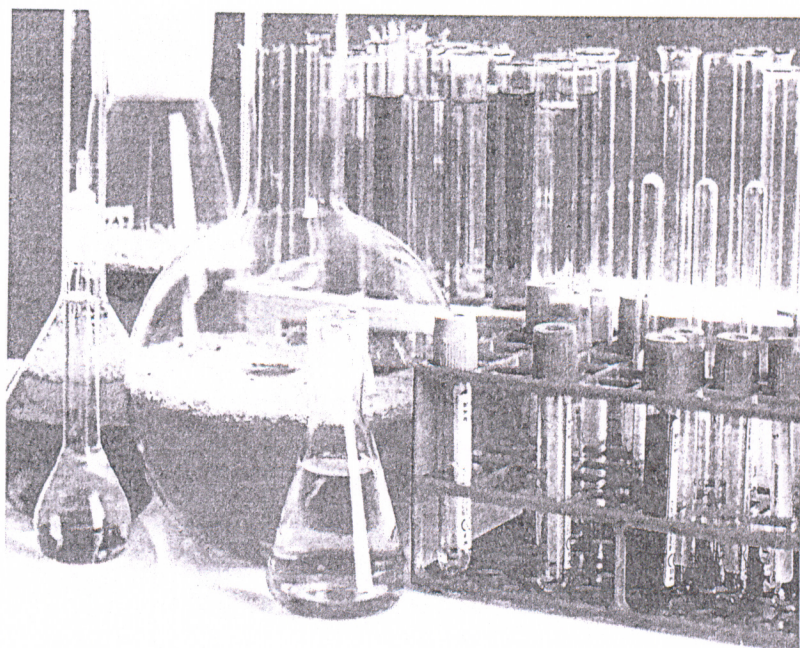




3

infoANALÍTICA

**BOLETIN ANUAL
ESCUELA DE
CIENCIAS QUÍMICAS**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Dr. Fernando Ponce León, S.J.

Rector

Dr. Carlos Acurio Velasco

Director General Académico

Máster César Eduardo Carrión

Director del Centro de Publicaciones

Dr. Hugo Navarrete Zambrano

Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Dra. Lorena Meneses Olmedo

Directora Escuela de Ciencias Químicas

Miembros del Comité Editorial de la Escuela de Ciencias Químicas

Mr. Yolanda Jibaja (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Dra. Lorena Meneses Olmedo (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Secretaría

Fátima Tasiguanu Morales (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

infoANALÍTICA

Boletín anual de la Escuela de Ciencias Químicas

Autores

Valeria Coral (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Ramiro Gallegos (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Sebastián Cuesta (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Lorena Meneses (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Fernando Bravo (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Pablo Pozo (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Elga Narváez (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Cristina Mena (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Juan Francisco Almeida (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Jéssica Durán (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador)

Pares evaluadores

Dra. Yolanda López Franco

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. CIAD (México)

Dra. Paulina Hidalgo Córdova

Departamento de Química, Universidad de Concepción (Chile)

Dr. Flavio Contreras-Torres

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México)

Dra. Elizabeth Fabón Gálvez

Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín (Colombia)

Dr. Claudio Jiménez Aguilera

Departamento de Química Orgánica, Universidad de Concepción (Chile)

ISBN: 978-9978-77-249-2

Corrección de estilo y ortografía:

Alfonso Sánchez

Diagramación e impresión:

PPL Impresores

pplimpresores@gmail.com

Quito, noviembre de 2015

Centro de Publicaciones

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca • Telfs.: (593 2)2991711

Contenido

Presentación

07

DETERMINACIÓN PROXIMAL DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUTRICIONALES DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO INTEGRAL, AVENA, YUCA, ZANAHORIA AMARILLA, ZANAHORIA BLANCA Y CHOCHO

PROXIMAL DETERMINATION OF THE MAIN NUTRITIONAL COMPONENTS OF CORNMEAL, WHOLE WHEAT FLOUR, OAK, CASSAVA,

YELLOW CARROT, WHITE CARROT AND ANDEAN LUPIN

09

Valeria Coral T., Ramiro Gallegos G.

Resumen

09

Introducción

11

Materiales y métodos

15

Resultados

16

Discusión

16

Conclusiones

21

Literatura citada

23

CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROFOTOMETRÍA INFRARROJA

DE LOS PRODUCTOS INTERMEDIOS EN LA RUTA SINTÉTICA DE IBUPROFENO

INFRARED SPECTROSCOPY CHARACTERIZATION OF

THE INTERMEDIATE PRODUCTS IN IBUPROFEN SYNTHETIC PATH

25

Sebastián Cuesta H., Lorena Meneses O.

Resumen

25

Introducción

27

Materiales y métodos

29

Resultados

32

Discusión

35

Conclusiones

39

Literatura citada

39

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN EMBUTIDOS Y MAYONESAS DE MAYOR CONSUMO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

DETERMINATION OF FATTY ACIDS PROFILE IN SAUSAGES AND MAYONNAISE

OF HIGHEST CONSUMPTION IN THE METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO

BY GAS CHROMATOGRAPH

Fernando Bravo C. & Pablo Pozo P.

41

Resumen

41

Introducción

43

Materiales y métodos

44

Resultados

45

Discusión

47

Conclusiones

49

Literatura citada

51

ASLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN
POR ESPECTROSCOPIA VISIBLE E INFRARROJA DEL COLORANTE DEL ACHIOTE
(*Bixa orellana*)

ANNATTO (*Bixa orellana*) COLORING ISOLATION AND
CHARACTERIZATION BY VISIBLE AND INFRARED SPECTROSCOPY
Elga Narváez V., Cristina Mena P.

Resumen	53
Introducción	53
Materiales y métodos	55
Resultados	57
Discusión	58
Conclusiones	61
Literatura citada	63
	63

ASLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL Y COMPUTACIONAL
DE EUGENOL EN ALBAHACA DE SAL (*Ocimum basilicum* L.)
Y ALBAHACA DE DULCE (*Ocimum americanum*)
ISOLATION AND EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL CHARACTERIZATION
OF EUGENOL IN SALT BASIL (*Ocimum basilicum* L.)
AND SWEET BASIL (*Ocimum americanum*)

Juan Francisco Almeida L., Lorena Meneses O.

Resumen	65
Introducción	65
Materiales y métodos	67
Resultados	68
Discusión	70
Conclusiones	73
Literatura citada	74
	76

COMPARACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3, 6 Y 9 EN LA SEMILLA DE LINO
(*Linum usitatissimum* L.) ECUATORIANA Y CANADIENSE
POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

COMPARISON OF FATTY ACIDS OMEGA 3, 6 AND 9
IN ECUADORIAN AND CANADIAN
Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) BY GAS CHROMATOGRAPHY
Pablo Pozo P., Jessica Durán C.

Resumen	77
Introducción	77
Materiales y métodos	79
Resultados	81
Discusión	85
Conclusiones	89
Literatura citada	91
	93

CURIOSIDADES DE LA QUÍMICA

95

El personal docente, administrativo y estudiantes de la Escuela de Ciencias Químicas, dejamos constancia de nuestro agradecimiento a las autoridades de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por su apoyo decidido para la formulación, ejecución y desarrollo de nuestros proyectos de investigación, así como su difusión a través de la publicación de este documento.

Deseamos que este aporte a la actividad científica, docente y profesional, coadyuve a fomentar la investigación, la producción científica y el desarrollo de la química en nuestro país.

Dra. Lorena Meneses Olmedo

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

DETERMINACIÓN PROXIMAL DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUTRICIONALES DE HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO INTEGRAL, AVENA, YUCA, ZANAHORIA AMARILLA, ZANAHORIA BLANCA Y CHOCHO

PROXIMAL DETERMINATION OF THE MAIN NUTRITIONAL
COMPONENTS OF CORNMEAL, WHOLE WHEAT FLOUR,
OAK, CASSAVA, YELLOW CARROT, WHITE CARROT
AND ANDEAN LUPIN

Valeria Coral T.¹ & Ramiro Gallegos G.¹

Palabras claves: Análisis de Wendee, macronutrientes, cereales, leguminosas, raíces y tubérculos.

Keywords: Wendee analysis, macronutrients, cereals, pulses, roots and tubers.

RESUMEN

Se realizó el estudio sobre la composición química de siete variedades de alimentos: harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho, a través de la aplicación del análisis proximal

¹ Pontificia universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Escuela de Ciencias Químicas, Quito Ecuador. (rgallegos@puce.edu.ec; valeriacoral12@hotmail.com)

de Wendee. Se determinó el contenido de los principales nutrientes, proteínas, grasas, minerales y realizó una comparación con los datos de la Tabla de Composición Nutricional de los Alimentos Ecuatoriana del año 1965. Los resultados se compararon utilizando la prueba t de Student, se determinó que existen diferencias significativas entre los valores y se concluyó que es necesario realizar el mismo estudio con otros alimentos producidos en el país con el objetivo de actualizar dicha tabla. Se aplicó el análisis de varianza ANOVA para comparar los resultados de las muestras tomadas en diferentes lugares de expendio de los alimentos. Se consideró finalmente que el método representa solamente la fuente de error aleatorio, mientras que el error sistemático depende del lugar de procedencia de la muestra, es decir que existen diferencias entre lugares de muestreo. Además, los alimentos procesados presentan mayores diferencias entre muestras, que aquellos que se venden frescos.

ABSTRACT

A study of the chemical composition of seven varieties of food was made: cornmeal, whole wheat flour, oak, cassava, yellow carrot, white carrot and Andean lupin, through the application of Wendee's proximal analysis scheme. Content of major nutrients proteins, total fats, minerals as ash, was determined and compared with data from the Ecuadorian Table of Food Nutrient Composition from 1965. The results were compared using the Student's t test. It was determined that exist differences between the values and it was concluded that it is necessary to carry out the same study with other food produced in the country in order to update the table. ANOVA was applied to compare samples taken at different point of sale. It was found that the method represents only the random error source, while the systematic error depends on the place of origin of the sample, also that proceeded foods had higher differences between samples than those sold fresh.

INTRODUCCIÓN

La importancia de saber la composición de los alimentos, va más allá del conocimiento básico de los nutrientes principales de cada producto, abarca también temas relacionados con la salud, la nutrición de la población de un lugar específico, la comercialización de productos, el cumplimiento de normas de calidad, dentro de las cuales se toma en cuenta la composición, planificación de políticas agroindustriales, seguridad alimentaria e incluso políticas estatales relacionadas con la salud nutricional.

El conocimiento de la composición de alimentos locales es indispensable para identificar la necesidad de fortificar los alimentos con propósitos preventivos, la relación entre la dieta y prevalencia de enfermedades, apoyar la educación alimentaria y el etiquetado de los alimentos (Araya, 1997).

La importancia de datos actualizados de composición nutricional de alimentos se justifica no solamente por los puntos tratados anteriormente, sino porque hay factores que afectan a

estos estudios como son los aspectos culturales, tecnología analítica, variabilidad regional, entre otros. En el caso del Ecuador, se cuenta solamente con datos recopilados por el Ministerio de Previsión Social en el año 1965 (Tabla de composición de los alimentos ecuatorianos 1965). Existen datos recientes de una pequeña cantidad de alimentos, reportados en el 2002 por la Organización de las NN.UU. para la Agricultura y Alimentación (FAO por sus siglas en inglés).²

La FAO cuenta con proyectos de actualización de datos de composición nutricional de alimentos en algunos países de Latinoamérica, siendo este proyecto regional parte del programa INFOODS, que tiene como principal objetivo el promover la participación y cooperación en la compilación y difusión de datos de composición de los alimentos, ya sean estos frescos o procesados³.

Los cereales son plantas gramíneas que dan frutos farináceos; al conjunto de estas semillas y plantas y a los pro-

² <http://www.fao.org/infoods/infoods/tablas-y-bases-de-datos/ecuador/es/>

³ <http://www.fao.org/infoods/infoods/es/>

ductos elaborados a partir de ellos, se los conoce como cereales.

En su estructura general puede reconocerse el germen, que aparece en el núcleo de la semilla y permite el desarrollo de una nueva planta, el endospermo que es una estructura feculosa o harinosa que envuelve al germen, la testa o capa exterior que cubre al grano y la cáscara que recubre la testa y la protege (FAO, 1985a.). Los cereales contienen almidón, lípidos, gluten, celulosa y distintas proteínas. Todos estos elementos básicos para la alimentación humana. Además a partir de algunos cereales es posible elaborar aceites por su contenido de ácidos grasos insaturados, como es el caso del maíz (Rodríguez 2008).

Las raíces y tubérculos, acumulan sustancias de reserva principalmente en sus tallos, que generalmente son subterráneos (Oblaré, 2011). Son principalmente fuentes de carbohidratos en la alimentación, su valor nutricional reside principalmente en su capacidad potencial de constituir una de las fuentes de energía más barata en países en desarrollo. Esta energía equivale, sin embargo, a una tercera parte de la que proporciona

un peso equivalente de cereales, debido a que los tubérculos poseen una gran cantidad de agua (FAO. 1991) La composición de los tubérculos varía de un lugar a otro en función del clima, el suelo, la variedad de cultivo, entre otros (Barrera, 2004). Los tubérculos aportan principalmente azúcares, el contenido de proteína es bajo y dentro de estas los aminoácidos lisinantes son los azufrados. Carecen en su mayoría de vitaminas y minerales, a excepción de la vitamina A, B y potasio, pero contienen cantidades considerables de fibra alimentaria (FAO, 1991).

Las leguminosas se han utilizado dentro de la dieta del ser humano durante miles de años. Pueden consumirse frescas o secas y pueden encontrarse en una gran variedad de sabores y texturas (Hernández & Sastre, 1999). Nutricionalmente son alimentos ricos en proteínas, carbohidratos y fibras, además de contener cantidades considerables de grasas, cuyos ácidos grasos en su mayoría son insaturados. Son fuente importante de vitamina B, y si se las consume frescas, de vitamina C, además de minerales como zinc, calcio, hierro, fósforo, potasio y magnesio (Rodríguez, 2008).

Cereales estudiados:

Avena, (*Avena sativa*, L) es una planta perteneciente a la familia de las Poáceas, se considera de estación fría por lo que las mayores áreas de producción se localizan en los climas templados y fríos (Suttie y Reynolds, 2004). Es un cereal muy nutritivo por su contenido de proteínas, minerales, y sales cálcicas. La cantidad de grasa es superior a la de otros cereales excepto el maíz (Lezaeta, 2006).

El maíz es una planta gramínea originaria de América. La planta es larga y de ella salen mazorcas o espigas que están cubiertas de granos que son los que se consumen. La harina de maíz es un polvo, más o menos fino, que se obtiene de la molienda del grano seco (Martínez, 2010). Una característica importante es que no contiene gluten, pero contiene gran cantidad de aminoácidos, carbohidratos y minerales como magnesio, fósforo, hierro, selenio y zinc; además de vitaminas como la A, B y E. El trigo es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas y del género *Triticum*, es uno de los tres granos más producidos en el mundo. En el caso de la harina de trigo integral ésta depende de la variedad de trigo,

de las condiciones de cultivo, de los métodos de elaboración. Por lo general el trigo contiene un mayor contenido de proteína (11 al 14 %) que el arroz (7 al 8%) (Reedhead, 1990). Según el nivel de extracción la harina contendrá mayor o menor cantidad de las partes externas del grano, la harina integral es el producto de la un grado de 100 % de extracción, por definición posee todas sus envolturas celulósicas, es decir sin retirar el germen y la cáscara y sin realizar el proceso de refinación posterior por esto es que el color de la harina es oscuro. Es un alimento importante por la cantidad y la proporción de los componentes de la fibra (Hernández & Sastre, 1999).

Tubérculos estudiados:

La yuca es una especie de raíz amilácea perteneciente a la familia de las *Eufrobiáceas*. La yuca "dulce" que es la utilizada para la alimentación, es tóxica cuando recién se la cosecha y pierde su toxicidad con el tiempo y por medio de la cocción, su toxicidad viene dada por el contenido de ácido cianhídrico (HCN) (Cock, 1990). La raíz de la yuca es rica en carbohidratos complejos, principalmente almidón; tiene bajo contenido

de vitaminas, así como también de minerales, grasa y proteína (Ospina & Ceballos, 2002)

La zanahoria amarilla es una hortaliza de la familia de las *Umberíferas*, es una planta que crece en primavera, verano y otoño en climas templados, pero también cultivada en zonas tropicales y subtropicales durante el invierno. La zanahoria es bianual, su color viene dado por la presencia de alfa y beta carotenos, que son precursores de la vitamina A (IPGRI, 1998). Contiene apreciables cantidades de tiamina y riboflavina, niacina, ácido fólico y vitamina C. La porción comestible proporciona aproximadamente 10% de carbohidratos. El sabor dulce de la zanahoria se debe a la influencia de azúcares libres como la glucosa, la fructosa y la sacarosa. Tiene proteínas y lípidos en mínimas cantidades (Salunkhe & Kadam, 1998).

La zanahoria blanca llamada arracha en la mayoría de países sudamericanos, pertenece a familia de las *Apiáceas*. Es propia de climas cálidos y templados. Su parte comestible es

la raíz que se parece a una zanahoria engrosada, es de sabor agradable y de fácil digestibilidad, ya que posee un almidón muy fino, alto contenido de calcio, vitamina A y niveles adecuados de niacina (vitamina B3), ácido ascórbico y fósforo. Su principal inconveniente es su corta vida de almacenamiento y su vulnerabilidad (Barrera, 2004).

Leguminosas estudiadas

El chocho, pertenece al género *Lupinus* y es originario de la zona andina de Sudamérica. Se distribuye desde Colombia hasta el norte de Argentina, actualmente es de importancia solo en Perú, Ecuador y Bolivia (Caicedo et al., 2001). Las vainas contienen los granos que son los que se consumen generalmente después de un tratamiento de desamargado; además del consumo del grano entero se utiliza para hacer harina. El contenido de alcaoides es un problema al no existir un método adecuado para su eliminación. Es una legumbre rica en proteínas, grasas, calcio, sodio y sales minerales (Jacobsen & Sherwood, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

920.39, en un equipo de extracción Soxhlet Sebelitine-188. Para proteína total se usó el método AOAC 920.87, haciendo la digestión en un equipo Velp Scientifica DK 6 con pastillas Kjeldahl Velp-Scientifica (3,5 g K₂SO₄, 0,105 g CuSO₄ 5H₂O, 0,105 g TiO₂), y el proceso de destilación con un destilador Velp Scientifica UDK 129. Para fibra se aplicó el método AOAC 878.10, utilizando un equipo Velp Scientifica FIVE-6 y una mufla Barnstead/Thermolyne 48000. Finalmente los carbohidratos se calcularon por diferencia (Horwitz, 2011).

Se realizó un muestreo probabilístico, específicamente un muestreo aleatorio simple que consistió en tomar cinco muestras de cada uno de los alimentos a analizar en mercados: Mayorista, San Roque, Ofelia y en el Centro Histórico y supermercados: Supermaxi, Santa María, Tía de la ciudad de Quito. Se adquirió entre uno y dos kilogramos de las muestras dependiendo de las características de las mismas. Se tomaron 5 muestras de cada alimento por triplicado por cada parámetro analizado, se trabajó con un total de 35 muestras.

Tratamiento estadístico de datos:

La prueba t de Student se utilizó para contrastar la hipótesis nula entre medias de dos poblaciones con distribución normal. Se compararon mediciones realizadas con métodos diferentes, el uno fue el aceptado y el otro el método de prueba. En el presente trabajo se compararon los resultados obtenidos con los valores reportados en la tabla de 1965, aplicado la prueba t de Student. Se trabajó con nivel de confianza del 95%.

Metodología

Para el análisis químico de los alimentos se utilizaron los métodos descritos por la AOAC. Para humedad se aplicó el método AOAC 925.10 con una estufa Binder FD 115 a 130±5°C hasta peso constante. Para la determinación de ceniza se trabajó con el método AOAC 923.03, utilizando una mufla Barnstead/Thermolyne 48000 a 550 °C. Para grasa (extracto etéreo) se siguió el método AOAC

Se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras de un mismo alimento, con el objetivo de determinar si el factor

que representa la variable, que es la procedencia de los alimentos, es la causa de esta diferencia. Se realizó esta prueba con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los datos de las medias totales de cada parámetro analizado en cada uno de los siete alimentos tomados como muestras.

La Tabla 2 muestra los intervalos de confianza de los resultados de los nutrientes analizados, se consideró más

conveniente presentar esta tabla que la de rangos, debido a que en el rango las diferencias existentes entre muestras de un mismo alimento dependen únicamente de los valores extremos, por el contrario los intervalos de confianza dependen de la media y la desviación estándar de todos los datos.

DISCUSIÓN

Las harinas y la avena contienen bajos valores de humedad 7-12 %, lo que está en conformidad con lo esperado para estos alimentos, ya que su exposición a altos niveles de humedad produce la proliferación de hongos y bacterias, de acuerdo al Codex Alimentarius, que es la guía de calidad para alimentos, estos productos como la avena (FAO 1995), la harina de maíz integral (FAO 1985b),

o la harina y sémola de maíz (FAO 1985c) no deben sobrepasar el 15%

72%, dato que también se relaciona a lo encontrado en la bibliografía, principalmente debido al proceso de

desaguardo que se realiza con este grano (Caicedo et. al., 2001).

Tabla 1. Medias totales de los componentes nutricionales de los siete alimentos

Muestra	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Carbohidratos %
Harina maíz	11,65	1,21	8,47	3,95	1,23	73,49
Harina trigo integral	10,39	1,69	12,43	2,93	3,16	70,22
Avena	7,33	1,59	11,43	7,50	1,78	70,37
Yuca	63,92	1,15	0,55	0,25	1,04	33,40
Zanahoria amarilla	89,89	0,87	0,55	0,09	0,21	8,38
Zanahoria blanca	69,72	1,43	1,14	0,10	0,74	26,87
Chocho	71,08	0,90	15,23	5,35	5,36	2,08

Tabla 2. Intervalos de confianza de los nutrientes analizados en los siete alimentos

Muestra	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Carbohidrato %
Harina maíz	11,07-12,23	1,14-1,28	7,97-8,97	3,64-4,26	1,11-1,35	73,04-73,94
Harina trigo integral	9,77-11,01	1,60-1,72	11,93-12,93	0,05-0,13	2,09-4,23	66,31-74,13
Avena	6,59-8,07	1,48-1,70	11,03-11,83	6,97-8,03	1,48-2,08	69,56-71,18
Yuca	63,58-64,26	0,96-1,34	0,46-0,64	0,19-0,31	0,94-1,14	33,04-33,76
Zanahoria amarilla	89,63-90,15	0,75-0,99	0,47-0,63	0,08-0,10	0,19-0,23	8,08-8,68
Zanahoria blanca	68,32-71,12	1,29-1,57	0,90-1,38	0,07-0,13	0,70-0,78	25,50-28,24
Chocho	70,50-71,56	0,73-1,07	15,62-15,84	5,20-5,50	5,23-5,49	1,46-2,70

Tabla 3. Intervalos de confianza y resultados de la prueba t de Student

Parámetro	Muestra	Valor tabla 65	Intervalo de confianza	Valor crítico	t calculado	Resultado
Humedad	Harina maíz	12,5	11,07 - 12,23	2,145	3,1317	H ₀ rechazada
	Avena	10,7	6,59 - 8,07	2,145	9,7607	H ₀ rechazada
	Yuca	63,1	63,58 - 64,26	2,145	5,1615	H ₀ rechazada
	Z. amarilla	71,1	89,63 - 90,15	2,145	156,0990	H ₀ rechazada
	Z. blanca	88,4	68,32 - 71,12	2,145	28,6876	H ₀ rechazada
	Chocho	71,3	70,50 - 71,66	2,145	0,8108	H₀ aceptada
	Chocho	1,3	1,14 - 1,28	2,145	2,8784	H ₀ rechazada
Ceniza	Harina maíz	1,5	1,48 - 1,70	2,145	1,7516	H₀ aceptada
	Yuca	0,8	0,96 - 1,34	2,145	3,9417	H ₀ rechazada
	Z. amarilla	0,9	0,75 - 0,99	2,145	0,5277	H₀ aceptada
	Z. blanca	0,7	1,29 - 1,57	2,145	11,5777	H ₀ rechazada
	Chocho	0,4	0,73 - 1,07	2,145	6,2609	H ₀ rechazada
	Harina maíz	6,7	7,97 - 8,97	2,145	7,6398	H ₀ rechazada
	Avena	12,1	11,03 - 11,83	2,145	3,6080	H ₀ rechazada
Proteína	Yuca	0,6	0,46 - 0,64	2,145	1,2445	H₀ aceptada
	Z. amarilla	1,0	0,47 - 0,63	2,145	11,9047	H ₀ rechazada
	Z. blanca	0,7	0,90 - 1,38	2,145	3,8555	H ₀ rechazada
	Chocho	17,3	14,62 - 15,84	2,145	7,3042	H ₀ rechazada
	Harina maíz	5,2	3,64 - 4,26	2,145	8,5746	H ₀ rechazada
	Avena	7,7	6,97 - 8,03	2,145	0,8157	H₀ aceptada
	Yuca	0,2	0,19 - 0,31	2,145	1,9154	H₀ aceptada
Grasa (extracto etéreo)	Z. amarilla	0,1	0,08 - 0,10	2,145	2,8065	H ₀ rechazada
	Z. blanca	0,2	0,07 - 0,13	2,145	7,3352	H ₀ rechazada
	Chocho	7,4	5,20 - 5,50	2,145	30,0061	H ₀ rechazada
	Harina maíz	1,1	1,11 - 1,35	2,145	2,2032	H ₀ rechazada
	Avena	1,7	1,48 - 2,08	2,145	0,5645	H₀ aceptada
	Yuca	1,0	0,94 - 1,14	2,145	0,8369	H₀ aceptada
	Z. amarilla	0,6	0,19 - 0,23	2,145	39,0301	H ₀ rechazada
Fibra	Z. blanca	0,9	0,70 - 0,78	2,145	8,4771	H ₀ rechazada
	Chocho	1,0	5,23 - 5,49	2,145	71,7646	H ₀ rechazada
	Harina maíz	1,1	1,11 - 1,35	2,145	2,2032	H ₀ rechazada
	Avena	1,7	1,48 - 2,08	2,145	0,5645	H₀ aceptada
	Yuca	1,0	0,94 - 1,14	2,145	0,8369	H₀ aceptada
	Z. amarilla	0,6	0,19 - 0,23	2,145	39,0301	H ₀ rechazada
	Z. blanca	0,9	0,70 - 0,78	2,145	8,4771	H ₀ rechazada

Tabla 4. ANOVA con respecto a la procedencia de la muestra

Parámetro	Muestra	F crítico	F calculado	Resultado
Humedad	Harina maíz	3,48	182,49	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3,48	1 051,05	H ₀ rechazada
	Avena	3,48	2 740,94	H ₀ rechazada
	Yuca	3,48	14,83	H ₀ rechazada
	Z. amarilla	3,48	8,72	H ₀ rechazada
	Z. blanca	3,48	402,37	H ₀ rechazada
	Chocho	3,48	49,65	H ₀ rechazada
	Harina maíz	3,48	75,52	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3,48	15,87	H ₀ rechazada
	Avena	3,48	196,67	H ₀ rechazada
Ceniza	Yuca	3,48	395,66	H ₀ rechazada
	Z. amarilla	3,48	129,90	H ₀ rechazada
	Z. blanca	3,48	23,21	H ₀ rechazada
	Chocho	3,48	365,31	H ₀ rechazada
	Harina maíz	3,48	188,21	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3,48	405,98	H ₀ rechazada
	Avena	3,48	122,40	H ₀ rechazada
	Yuca	3,48	43,85	H ₀ rechazada
	Z. amarilla	3,48	745,05	H ₀ rechazada
	Z. blanca	3,48	3 014,37	H ₀ rechazada
Proteína	Chocho	3,48	205,34	H ₀ rechazada
	Harina maíz	3,48	376,46	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3,48	333,62	H ₀ rechazada
	Avena	3,48	516,90	H ₀ aceptada
	Yuca	3,48	28,60	H ₀ aceptada
	Z. amarilla	3,48	20,95	H ₀ rechazada
	Z. blanca	3,48	103,29	H ₀ rechazada
	Chocho	3,48	50,68	H ₀ rechazada
	Harina maíz	3,48	376,46	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3,48	333,62	H ₀ rechazada
Grasa (extracto etéreo)	Avena	3,48	516,90	H ₀ aceptada
	Yuca	3,48	28,60	H ₀ aceptada
	Z. amarilla	3,48	20,95	H ₀ rechazada
	Z. blanca	3,48	103,29	H ₀ rechazada
	Chocho	3,48	50,68	H ₀ rechazada
	Harina maíz	3,48	376,46	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3,48	333,62	H ₀ rechazada
	Avena	3,48	516,90	H ₀ aceptada
	Yuca	3,48	28,60	H ₀ aceptada
	Z. amarilla	3,48	20,95	H ₀ rechazada

Comparación con datos de la tabla de 1965

ANOVA

La tabla 4 presenta los resultados del ANOVA para determinar si existe diferencia entre las muestras de cada producto con respecto a la procedencia. A partir de los valores obtenidos en la aplicación de esta prueba se observa que existen diferencias significativas en los nutrientes considerando la procedencia de los alimentos analizados.

Después de realizada la prueba t de Student con el 95% de confianza, se determinó que existen diferencias significativas en la mayoría de parámetros entre los resultados obtenidos en este trabajo y los valores de la tabla ecuatoriana de 1965 en seis de los siete alimentos analizados (Tabla 3); los valores de la harina de trigo integral no pudieron ser analizados debido a que en la tabla no existían referencias para este alimento.

Fibra	Harina maíz	3.48	23.67	H ₀ rechazada
	Harina trigo	3.48	1 245.87	H ₀ rechazada
	Avena	3.48	61.49	H ₀ aceptada
	Yuca	3.48	121.80	H ₀ aceptada
	Z. amarilla	3.48	15.33	H ₀ rechazada
	Z. blanca	3.48	26.29	H ₀ rechazada
	Chocho	3.48	17.31	H ₀ rechazada

En general los minerales están contenidos en el salvado de la semilla de los cereales, en este caso la harina de trigo integral y la avena presentan un mayor contenido de cenizas 1,59 y 1,69 % respectivamente, en comparación con la harina de maíz que contiene 1,21%, algo similar sucede con el contenido de fibra, en la harina de trigo integral que contiene alrededor de 3,16%, mayor que las otras muestras pertenecientes a este grupo. En el caso de proteína el rango de contenido va de 9 a 13 %, valor que no es considerado como una cantidad elevada de este nutriente y con la grasa el rango es de 3 a 8 %, valores que tampoco representan contenidos elevados del nutrimento, por lo tanto los cereales no representan fuentes de proteína y grasas.

son fuentes importantes de carbohidratos, 27-33 %, la zanaahoria amarilla, en cambio, presenta un 8 % de azúcares, lo que la diferencia en este aspecto de las otras muestras de raíces y tubérculos, su contenido de almidón es mucho menor. El contenido de grasa y proteína es relativamente bajo con valores menores al 1 % en los tres tubérculos. El contenido mineral de estos alimentos, representado por las cenizas, no supera el 1 % de su total en producto sin secar.

El chocho es un alimento que además de su alto contenido de humedad presenta valores considerables de proteína (15 %) y grasa (15 %), además también aporta, aunque en menores cantidades, carbohidratos y fibra, por lo que se toma en cuenta a este alimento como una alternativa de alto valor nutricional y además de alta accesibilidad para los consumidores.

La yuca y zanaahoria blanca además de tener un alto contenido de agua,

CONCLUSIONES

Los cereales estudiados son alimentos que aportan gran cantidad de carbohidratos, por lo tanto son fuente de energía y de fibra, siempre y cuando durante su procesamiento no hayan perdido parte de su cobertura celulósica. Además la humedad de las muestras seleccionadas demuestra que cumplen con las normas de calidad nacionales e internacionales.

carbohidratos que los hace otra fuente de energía.

El chocho es un alimento con un elevado valor nutricional debido al contenido de proteína, agua, grasas e incluso su aporte de fibra y carbohidratos, por lo que constituye una excelente opción para ser incluido en una dieta equilibrada y de gran aporte nutricional.

Los tubérculos analizados son fuente de grandes cantidades de agua y dependiendo del alimento pueden aportar con cantidades representativas de

Los valores de la Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos de 1965 difieren de forma significativa

tiva con los resultados de los actuales análisis en la mayoría de alimentos, lo que demuestra que es necesario que se realice un trabajo de actualización de datos nutricionales de los alimentos del país; debe incluirse la harina de trigo integral que no existen datos en la tabla de 1965. Es urgente la creación de nuevas bases de datos que se ajusten a la realidad del Ecuador en la actualidad.

Es importante que en los resultados se presente de la media de las repeticiones de las muestras analizadas de cada alimento, o su vez utilizar los límites de confianza; esto debido a las diferencias que existen entre muestras de un mismo alimento por factores como la proveniencia y el día de la toma de la muestra, que fue el caso del actual trabajo.

LITERATURA CITADA

- Araya H. (1997). Uso de tablas de composición de alimentos en las intervenciones alimentarias y nutricionales. En *FAO-INIA, Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. (pp. 9-21). Santiago. Chile: Versión digital.
- Barrera, V. (2004). *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito, Ecuador. INIAP
- Caicedo, C., Peralta, E., Villacrés, E., Rivera, M. (2001). *Precosecha y mercado de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en Ecuador*. Quito, Ecuador. INIAP
- Cock, J. (1990). *La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional*. Cali, Colombia: CIAT.
- FAO, (1985a.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano*. Roma, Italia.
- FAO/CODEX, (1985b.). *Norma del Codex para la harina integral de maíz*, Codex Estándar 154-1985. Roma, Italia. FAO.
- FAO, (1985c). *Norma del Codex para harina y sémola de maíz*, Codex Estándar 155-1985. Roma, Italia. FAO.
- FAO. (1991). *Raíces, tubérculos, plátanos y bananas en la nutrición humana*. Roma, Italia. [s.n]
- FAO, (1995). *Norma del Codex para avena*, Codex Estándar 201-1995. FAO.Roma, Italia.
- Hernández M & Sastre A. (1999). *Tratado de Nutrición*. Madrid. España.
- Horwitz, W. 2011. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 18ª ed. Gaithersburg. USA. AOAC International.
- IPGRI. (1998). *Descriptores de la zanahoria silvestre y cultivada (Daucus carota L.)*. Roma, Italia. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Jacobsen S. & Sherwood S. (2002). *Cultivos de granos andinos en el Ecuador. Informe sobre los rubros, quinoa, chocho y amaranto*. Quito. Ecuador.
- Lezaeta, R. (2006). *Manual de alimentación sana*. Editorial Pax. México.

- Martínez, A. (2010). *Preelaboración y conservación de alimentos*. Ediciones Akal. Madrid, España
- Ministerio de Previsión Social y Sanidad. Instituto de Nutrición. (1965). *Tabla de composición de los alimentos ecuatorianos*. Quito Ecuador. [s.n.]
- Oblaré, J. L. (2011) *Recolección de cultivos herbáceos*. Editora Innovación y Cualificación. Málaga. España.
- Ospina, B. Ceballos, H. (2002). *La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. CIAT. Cali. Colombia
- Reedhead, J. (1990). *Utilización de alimentos tropicales: cereales*. FAO. Roma.
- Rodríguez V. (2008). *Bases de la alimentación humana*. La Coruña. España.
- Salunkhe, D & Kadam, S. (1998). *Handbook of vegetable science and technology: production, composition, and processing*. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.
- Suttie, J. & Reynolds, S. (2004). *Fodder Oats: A World Overview*. FAO. Roma