



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Fibra dietaria en raíces y tubérculos tradicionales del Ecuador

TRABAJO DE ARTÍCULO ACADÉMICO

AUTORA: Gómez Muñoz, Paula del Cisne

DIRECTORA: Martínez Espinosa, Ruth Irene, Mg

LOJA - ECUADOR

2017



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

2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE ARTÍCULO ACADÉMICO

Magister.

Ruth Irene Martínez Espinosa

DOCENTE DE LA TUTULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de artículo académico: Fibra dietaria en raíces y tubérculos tradicionales del Ecuador realizado por Paula del Cisne Gómez Muñoz, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre del 2017

f) _____

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Gómez Muñoz Paula del Cisne declaro ser autora del presente trabajo de artículo académico. Fibra dietaria en raíces y tubérculos tradicionales del Ecuador, de la Titulación Ingeniero en Alimentos, siendo Ruth Irene Martínez Espinosa directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

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

f)

Autora: Gómez Muñoz Paula del Cisne
Cédula: 1104069636

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles, siendo mi inspiración. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana, mi familia, mis compañeros de estudio, maestros y amigos quienes sin su ayuda no hubiera podido realizar este trabajo. A todos se los agradezco por acompañarme en mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Mi especial gratitud, respeto y afecto a la Mg. Ruth Irene Martínez Espinosa quien con su apoyo, dedicación y guía hizo posible la culminación de este trabajo. Gracias por la paciencia y motivación durante este camino. Además, a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron a valorar mi esfuerzo y a superarme cada día.

Agradezco a mis padres y hermana por estar en los días más difíciles de mi vida como estudiante, por la motivación, pero más que nada por su amor.

A todas aquellas personas que de una manera u otra me han apoyado durante el transcurso de mi vida universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE ARTÍCULO ACADÉMICO	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ABREVIATURAS	x
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1. REVISIÓN DE LITERATURA	5
1.1 Alimentos tradicionales del Ecuador	6
1.2 Legumbres	6
1.2.1 Chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>)	6
1.3 Raíces y tubérculos	7
1.3.1 Maca (<i>Lepidium meyeri</i>)	7
1.3.2 Melloco (<i>Ullucus tuberosus</i>)	8
1.3.3 Papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>)	8
1.3.4 Zanahoria Blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	8
1.4 Fibra dietaria	9
1.4.1 Fibra dietaria soluble	9
1.4.2 Fibra dietaria insoluble	10
1.5 Método para la cuantificación de fibra dietaria	10
1.5.1 Enzimático gravimétrico	10
2. DISEÑO METODOLÓGICO	12
2.1 Alimentos analizados	13
2.2 Determinación de fibra total e insoluble	13
2.3 Determinación de fibra dietaria soluble	15
2.4 Análisis estadístico	15
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS	16
3.1 Fibra dietaria total y sus fracciones	17
3.2 Relación FDI/FDS y proporción de FDS con relación a la FDT	17
CONCLUSIONES	20
RECOMENDACIONES	21

BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de fibra dietaria y sus fracciones expresadas en g/100g BS.....	17
Tabla 2. Relación FDI/FDS y proporción de FDS con relación a FDT.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Preparación de reactivos	27
Anexo B Datos experimentales	30
Anexo C Cálculo de fibra dietaria total, insoluble y soluble.....	36
Anexo D Resultados	40
Anexo E Análisis estadístico	41

ABREVIATURAS

mEq N:	Miliequivalente de Nitrógeno
NaOH:	Hidróxido de Sodio
HCl:	Ácido Clorhídrico
C1:	Concentración 1
V1:	Volumen 1
AOAC:	Association of Official Analytical Chemists
OMS:	Organización Mundial de la Salud
BS:	Base seca

RESUMEN

Los alimentos tradicionales como la maca, zanahoria blanca, melloco, papa y chocho, forman parte de la cultura de nuestro país, por lo que el aporte nutricional, expresado como fibra dietaria, que estos alimentos pudieran brindar, formaría parte de una alimentación saludable. El objetivo del presente trabajo fue determinar el contenido de fibra dietaria total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS) de los alimentos anteriormente mencionados. La cuantificación de la fibra dietaria se realizó por el método enzimático – gravimétrico de la AOAC, siguiendo el protocolo de Megazyme®. Todos los alimentos analizados, presentaron un alto contenido de fibra dietaria, destacando el chocho y la maca con valores de $25,68 \pm 1,26$ g/100g y $21,79 \pm 0,32$ g/100g, respectivamente. La maca mostró el mayor valor de la fracción soluble ($7,36 \pm 0,32$ g/100g), la más alta proporción de FDS con relación a la total ($33,77\% \pm 1,02$), así como la mejor relación FDI/FDS ($1,96 \pm 0,09$). Las raíces, tubérculos y legumbres estudiadas constituyen fuentes promisorias de fibra dietaria total.

PALABRAS CLAVES: alimentos tradicionales, fibra dietaria, raíces, tubérculos, legumbres.

ABSTRACT

Traditional foods such as maca, arracacha, melloco, potato and lupin, are part of the culture of our country, so the nutritional contribution, expressed as dietary fiber, that these foods could provide, would be part of a healthy diet. The aim of this work was to know the content of total dietary fiber (TDF), insoluble (IDF) and soluble (SDF) previously made food. The quantification of the dietary fiber was performed by the enzymatic - gravimetric method of the AOAC, following the Megazyme™ protocol. All the foods analyzed had a high dietary fiber content, being lupin and maca, the foods that presented the highest values (25.68 ± 1.26 g / 100g and 21.79 ± 0.32 g / 100g, respectively). Maca showed the highest value of the soluble fraction (7.36 ± 0.32 g / 100g), the highest proportion of SDF in relation to the total ($33.77\% \pm 1.02$), as well as the best ratio IDF/SDF (1.96 ± 0.09). The results obtained for the roots, tubers and legumes evidence that these foods are promising sources of total dietary fiber.

KEY WORDS: traditional food, dietary fiber, roots, tubers, legumes.

INTRODUCCIÓN

Especialmente los alimentos tradicionales de la cultura andina son considerados de alta calidad nutricional por su aporte equilibrado de nutrientes y otros compuestos con efectos funcionales para el organismo como la fibra. En la actualidad, por varias razones entre las que se cuenta el desconocimiento de las potencialidades, su consumo ha sido desplazado por los alimentos procesados y ultraprocesados (Jacobsen, Mujica, & Ortiz, 2003), llegando incluso a ser menor que el de las golosinas (SIG Obesidad, 2017); esta situación ha generado varios problemas de salud pública.

La fibra dietaria juega un importante rol en la regulación y salud intestinal, además de la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y constipación (Fulgencio, 2010). La OMS recomienda un consumo diario entre 25 y 35 g de fibra. En el Ecuador según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2011 – 2013 la población consume 15,9 g/100g de fibra y solamente uno de cada mil ecuatorianos tiene una ingesta adecuada de fibra, proveniente principalmente del consumo de papa, legumbres y plátano (Freire et al., 2013).

El presente trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto Interinstitucional de la red temática “Cereales, Pseudocereales, Raíces y Leguminosas (RAICE)” de la “Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y Postgrados (REDU)”; cuyo objetivo fue la determinación de fibra dietaria total y sus fracciones en chocho, maca, melloco, papa y zanahoria blanca, con la finalidad de contribuir mediante la generación de conocimiento a la revalorización de estos alimentos tradicionales e incentivar su consumo como estrategia para minimizar los problemas de salud derivados de una mala nutrición. Para la cuantificación de la fibra dietaria total y sus fracciones se utilizó el protocolo de Megazyme basado en el método enzimático – gravimétrico de la AOAC 991.43 y AACC 32 – 07 de Lee et al. y Prosky et al, que se fundamenta en la digestión enzimática secuencial con α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa, simulando el proceso fisiológico de la digestión humana. Cada muestra fue analizada por triplicado.

En el capítulo 1 de este trabajo se detalla la importancia de los alimentos tradicionales, haciendo énfasis en las características más destacables de las matrices estudiadas; además, se aborda el tema de la fibra dietaria, sus propiedades, efectos benéficos sobre la salud y los métodos para su cuantificación. La metodología utilizada para la determinación de la fibra dietaria, las fórmulas utilizadas para los respectivos cálculos y el tratamiento estadístico de los datos se detalla en el capítulo 2. El análisis de los resultados de FDT, FDI y FDS obtenidos, así como las relaciones de FDI/FDS y FDS con respecto a FDT se muestran en el capítulo 3, también se realizó una comparación de los resultados con los

reportados por otros estudios para alimentos similares y los consumidos generalmente como fuentes de fibra. Se presentan también las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos constituyeron importantes hallazgos que aportan a la consecución de los logros planteados por el proyecto marco y ratifican las bondades de los alimentos estudiados.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 Alimentos tradicionales del Ecuador

Al hablar de alimentos tradicionales se hace referencia a los transmitidos de generación en generación; íntimamente relacionados con las formas locales de producción y que fueron parte de la alimentación de la población originaria (Jacobsen et al., 2003).

La importancia de los alimentos tradicionales radica en su alto valor nutritivo; rescatar la sabiduría milenaria que desarrollaron nuestros antepasados, implementarla en nuestra cultura moderna y crear conciencia sobre sus beneficios, es de vital importancia para garantizar la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana (Barrera et al., 2003).

Entre los principales alimentos tradicionales del Ecuador se destacan los cereales (maíz), pseudocereales (ataco y quinua), legumbres (chocho y fréjol), raíces (achira, camote, yuca, zanahoria blanca) y tubérculos (melloco, oca y papa) (Estrella, 1988).

1.2 Legumbres

Las legumbres son granos comestibles que provienen de las leguminosas. Se cultivan en zonas tropicales y subtropicales, aunque también crecen en zonas templadas, áridas e incluso en la sabana (Fraile, García-Suárez, Martínez-Bernal, & Slomianski, 2007).

Por a su alto contenido en proteínas de hasta 40 g/100g son consideradas como el segundo alimento más importante luego de los cereales; además son una fuente rica en energía, aportan aproximadamente 60 g de carbohidratos /100g (Fraile et al., 2007). Debido al decreciente consumo de alimentos ricos en nutrientes se han realizado estudios recomendando su consumo como alternativa para mejorar la salud alimentaria de la población (Wallace, Murray, & Zelman, 2016).

Por su bajo índice glicémico, poca grasa y alto contenido en fibra, reducen el riesgo de enfermedades coronarias, sacian y ayudan a estabilizar los niveles de azúcar e insulina en la sangre, y por su alto contenido de fitoquímicos y antioxidantes poseen propiedades anticancerígenas (Delgado-Andrade, Olías, Jiménez-López, & Clemente, 2016).

1.2.1 Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Su zona de cultivo está localizada en Bolivia, Ecuador y Perú a una altitud a partir de 1500 msnm; su variedad genética permite una gran adaptación a diferentes suelos, nivel de precipitación, temperatura y altitud, proporcionando a la población disponibilidad continua. Sus semillas son altamente nutritivas, la mitad de su peso lo constituyen los aceites esenciales y las proteínas (16,9 g/100g y 35,5 g/100g respectivamente), contiene aproximadamente 28,2 g de carbohidratos /100g (Jacobsen & Mujica, 2006).

Su sabor amargo característico provocado por los alcaloides (esparteína, lupinina y otros) es necesario eliminarlo previo al consumo, realizando una deslupinación que consiste en humedecer y cocinar el grano por reiteradas ocasiones. Es consumido comúnmente en ensaladas, sopas y guisos (Jacobsen & Mujica, 2006).

1.3 Raíces y tubérculos andinos

Las raíces de algunas plantas usadas como alimento son órganos vegetativos que crecen debajo del suelo; son incapaces de fotosintetizar al no poseer cloroplastos dependiendo únicamente del tallo y hojas para su crecimiento; no presentan yemas, nudos ni entrenudos; la planta muestra una raíz principal y de ella se desprenden raíces secundarias (Tapia & Fries, 2007).

Los tubérculos son tallos engrosados subterráneos caracterizados por tener una forma redondeada y yemas; son capaces de almacenar energía en forma de almidón y de fotosintetizar si son expuestos a la luz. Las raíces del tubérculo fijan levemente el vegetal al suelo, además absorben y conducen agua, nutrientes necesarios para su crecimiento (Tapia & Fries, 2007).

Las raíces y tubérculos han sido parte de la cultura andina desde hace miles de años, siendo alimentos de subsistencia para la mayoría de la población, son considerados como la base de la alimentación saludable debido a su alto contenido de nutrientes (Barrera et al., 2003). Constituyen una de las principales fuentes de energía alimentaria en el mundo, aportan aproximadamente entre 15,7 y 38,1 g de carbohidratos /100g; poseen beneficios para la salud como capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana (Chandrasekara & Josheph Kumar, 2016).

1.3.1 Maca (*Lepidium meyeri*).

Pertenece a la familia de las *Crucíferas*, es una especie que se cultiva sobre los 4000 msnm; muestra un crecimiento postrado, es decir de manera horizontal con tallos rastreros tendidos sobre el suelo, sus hojas poseen forma arrosetada. Crece pegada al suelo y con peciolos de 20 cm o más de largo y 2 a 3 cm de ancho. Sus flores son muy pequeñas al igual que sus semillas (Tapia & Fries, 2007).

Nutricionalmente resulta interesante, contiene 59,0 g de carbohidratos /100g, 2,2 g de lípidos /100g y 10,2 g de proteína /100g (Rondán-Sanabria & Finardi-Filho, 2009), aporta aminoácidos esenciales como la leucina y valina (91,0 y 79,3 mg/g de proteína, respectivamente) y minerales: potasio (2050 mg/100g) y calcio (150 mg/100g) (Dini et al., 1994).

Es consumida tradicionalmente fresca, seca, cocida o mezclada con diferentes ingredientes para preparar desde guisados hasta postres. Es recomendada en la medicina tradicional por sus propiedades potenciadoras de fertilidad las cuales pueden deberse a la presencia de isotiocianatos aromáticos biológicamente activos, específicamente debido al isotiocianato de bencilo y isotiocianato de p-metoxibencilo (Quirós & Cardenas, 1997).

1.3.2 Melloco (*Ullucus tuberosus*).

La planta del melloco alcanza entre 20 a 40 cm de alto, pertenece a la familia de las *Baseláceas*, se adapta a altitudes de 4000 msnm; posee un follaje compacto y de color verde intenso, sus hojas son carnosas en forma de corazón. Poseen formas variadas: cilíndricas, ovoides y esféricas (Tapia & Fries, 2007). En el Ecuador es el segundo tubérculo con más importancia luego de la papa, forma parte de la alimentación de todos los estratos sociales de la población (Cadima Fuentes, 2006).

Según Barrera et al. (2003) es considerado como una fuente importante de carbohidratos (80,12 g/100g) y energía (412 Kcal/100g), posee 10.01 g de proteína /100g siendo fuente de aminoácidos esenciales como: lisina, triptófano, valina, isoleucina, leucina y treonina. Se consume en sopa, ensalada y guisos (Cadima Fuentes, 2006).

1.3.3 Papa (*Solanum tuberosum L.*).

La papa es un tipo de herbáceo y su tamaño varía entre 0.3 a 1 m de alto; las formas del tubérculo pueden llegar a ser ovaladas, redondas, planas o alargadas, así también pueden presentar yemas superficiales o muy hundidas; se adapta a altitudes de hasta 4300 msnm (Tapia & Fries, 2007).

Aunque es originaria del altiplano peruano el cultivo es de importancia económica para más de 120 países, es considerada un alimento versátil. Se conoce su cultivo desde hace 8000 años (FAO, 2008). En Ecuador son consumidas cocidas, asadas, fritas, en puré o como base de platos tradicionales (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2013).

Entre el 60 a 80 % de la materia seca que contiene es almidón. Su contenido de proteína oscila entre 1,3 y 2 g/100g (Murniece et al., 2011); es importante mencionar la cantidad de fenoles totales (1,12 a 12,37 mg de ácido gálico/g), vitamina C (217,7 a 689,47 µg/g) y minerales como zinc (12,6 a 28,83 µg/g) y calcio (271,09 a 1092,93 µg/g) (Andre et al., 2007).

1.3.4 Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

Pertenece a la familia de las *Apiáceas* domesticada en Sudamérica, se cultiva desde 1500 hasta 3200 msnm, aprovechando principalmente las lluvias. Se adapta a diferentes climas

aunque no soporta heladas fuertes (Tapia & Fries, 2007). Estas raíces son consumidas en sopas, purés, asadas o fritas (Mazón, Castillo, Hermann, & Espinosa, 1996)

Según Seminario, 2004 la zanahoria blanca posiblemente es una de las plantas más antiguas cultivadas en el Ecuador luego de la papa, pero su potencial aún no ha sido explotado. De lo poco que se conoce; aporta con 104 kcal/100g derivado de su contenido de carbohidratos (24,9 g/100g); contiene 0,8 g de proteína /100g, y se destaca por el contenido de calcio y fósforo de 29,0 y 58,0 mg/100g respectivamente (Jiménez, 2005).

1.4 Fibra dietaria

Se define como la parte comestible de las plantas, resistentes a las enzimas del tracto digestivo y absorbidas por el intestino delgado; con fermentación parcial o completa en el colon. Incluye los siguientes componentes:

- Celulosa: compuesta por β -glucopiranososa elemento primordial de las células vegetales.
- Hemicelulosa: debido a los xilanos actúan como soporte para mantener a las células unidas.
- Pectinas: por la presencia del ácido α -D-galactúronico posee la capacidad de ligar agua
- Lignina: polímero no polisacárido constituido por alcoholes fenólicos primarios (coniferil, sinapil y p-coumaril), está asociado con la rigidez y dureza de los tejidos.
- Gomas: conformadas por galactosa, arabinosa, manosa, xilosa, ramnosa y ácidos glucurónico y galacturónico e intervienen como agente gelificante.
- Mucilagos: polisacáridos hidrosolubles compuestos por galactosas, manosas, xilosa y otros azúcares, absorben de 60-100 veces su peso en agua para de formar geles (Codex Alimentarius, 2014, Matos C. & Chambilla M., 2010)

Sus propiedades fisiológicas y efectos sobre la salud se relacionan principalmente por su capacidad de solubilidad en agua y fermentación por la flora bacteriana presente en el colon (Matos C. & Chambilla M., 2010; Olagnero et al., 2007).

Los múltiples beneficios para la salud asociados al consumo de alimentos ricos en fibras han llevado a la OMS & FAO (2014) a recomendar un consumo diario de 25 – 35 g para el adulto, dividida idealmente en 25 % soluble y 75 % insoluble; esta cantidad se puede obtener ingiriendo 3 porciones de frutas, 1 de cereal integral y 3 tazas de vegetales. En los niños a partir de los dos años se aconseja una ingesta de 5 g/día, incrementando en 1 g cada año hasta alcanzar los aportes recomendados para el adulto (Matos C. & Chambilla

M., 2010). Se puede clasificar a fibra de acuerdo a su solubilidad en agua: en fibra insoluble y fibra soluble.

1.4.1 Fibra dietaria soluble.

La fibra soluble contiene pectinas, algunas hemicelulosas, gomas, mucílagos, polisacáridos y oligosacáridos, que forman un retículo en presencia de agua donde esta queda atrapada, generando soluciones de viscosidad variable. Favorece la formación de geles en el intestino, la absorción de agua y sodio, retrasa el vaciamiento gástrico provocando la saciedad, proporciona la disminución de respuesta glucémica (Matos C. & Chambilla M., 2010, Fulgencio, 2010, Gotteland & Peña, 2011).

La ingesta de fibra soluble enlentece la absorción de colesterol y la absorción de la glucosa a partir del almidón; esta propiedad es interesante para las personas en riesgo de desarrollar una diabetes tipo 2, además fortalece el sistema inmune. Los cereales tales como cebada y avena, las frutas y legumbres son fuentes importantes de fibra soluble (Olagnero et al., 2007, Fulgencio, 2010) .

1.4.2 Fibra dietaria insoluble.

La fibra insoluble conformada por celulosa, algunos tipos de hemicelulosa y lignina no forma soluciones viscosas; sin embargo, actúan como “esponja” reteniendo el agua en su matriz estructural. Su capacidad de retención de agua aumenta el volumen del contenido intraluminal del intestino; acelerando el tránsito intestinal y colónico y contribuyendo a la regulación de la consistencia y el volumen de las deposiciones (Gotteland & Peña, 2011).

Posee un efecto laxante y regulatorio; está relacionada como defensa para enfermedades de estreñimiento, hemorroides y constipación. Fuentes importantes de este tipo de fibra son cereales integrales, centeno y productos derivados del arroz (Olagnero et al., 2007, Fulgencio, 2010).

1.5 Método para la cuantificación de fibra dietaria

Los métodos para la cuantificación de fibra pueden dividirse en enzimático-gravimétricos y enzimático-químicos. Los enzimáticos-gravimétricos se basan en pesar el residuo luego de la solubilización enzimática de los componentes que no son fibra; estos miden la cantidad de la fibra total, soluble e insoluble. Por otra parte los métodos enzimático-químicos se basan en aislar los residuos de fibra por acción enzimática y liberar por hidrólisis ácida los azúcares neutros que constituyen los polisacáridos de la fibra y finalmente medirlos por cromatografía líquida de alta presión (HPLC), cromatografía de gases (GLC) o colorimétricamente (Araya et al., 1997).

1.5.1 Enzimático gravimétrico.

Este método digiere las proteínas e hidratos de carbono con enzimas, el residuo que se obtiene luego de la diferencia del contenido de cenizas y proteínas se conoce como fibra dietaria. Los métodos oficiales aprobados por la AOAC son el de Prosky et. al (1992) para la fibra total e insoluble y Lee et. al (1992) para la fibra total, soluble e insoluble. Las enzimas utilizadas son: α -amilasa enzima extracelular que hidroliza los enlaces α 1 – 4 glicósidos de polisacáridos tales como almidón y glucógeno, su actividad requiere la presencia de iones cloruro; proteasa enzima extracelular que degradan las proteínas mediante la hidrolisis de los enlaces peptídicos dando como resultado cadenas más cortas de péptidos y aminoácidos libres; amiloglucosidasa es un biocatalizador capaz de hidrolizar los enlaces α 1 – 4 glucosídicos de la maltodextrina para convertirlos en β -D-glucosa. Las ventajas de este método radica en su exactitud y precisión en comparación a otros procedimientos como la determinación de fibra ácido y neutro detergente, las cuales se limitan a la medición de celulosa, lignina o fibra insoluble respectivamente (Araya et al., 1997, Segura, Echeverri, Patiño, & Mejía, 2007).

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Alimentos analizados

Se trabajó con las siguientes matrices propuestas por Escuela Politécnica Nacional (EPN), Universidad Técnica de Ambato (UTA) e Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en el contexto del proyecto “Valoración de la calidad nutricional y funcional de alimentos tradicionales de la población ecuatoriana”:

- Legumbre: chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet)
- Raíces: maca (*Lepidium meyenii*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)
- Tubérculos: melloco (*Ullucus tuberosus*) y papa (*Solanum tuberosum* L.)

Todos los alimentos se analizaron a un tamaño de partícula \leq a 500 μm y una humedad inferior a 18g/100g.

2.2 Determinación de fibra dietaria total e insoluble

Para el análisis se empleó el protocolo planteado por Megazyme (2016), el mismo que se fundamenta en el método enzimático – gravimétrico propuesto por Lee et al., (1992) y Prosky et al., (1998) y oficializado por la AOAC (991.43) y AACC (32-07.01).

Para fibra dietaria total (FDT) y fibra dietaria insoluble (FDI) se pesó por duplicado 1,000 \pm 0,005 g de muestra (m1 y m2), se incluyeron 2 blancos para FDT y 2 blancos para FDI. Una muestra se destinó para la determinación de proteína y otra para ceniza.

La determinación de fibra dietaria total se realizó mediante el siguiente procedimiento:

1. Se colocaron 50ml de buffer fosfato en cada vaso y se ajustó el pH a 6.0 \pm 0,1 con hidróxido de sodio al 5% o ácido clorhídrico al 5%, según fue necesario.
2. Se adicionaron 50 μl de α -amilasa para producir la gelatinización, hidrólisis y despolimeración del almidón presente. Luego de cubrir el vaso con papel aluminio se incubó en baño maría a 95°C durante 35 minutos.
3. 10ml de agua destilada fueron añadidos en cada vaso utilizando una pipeta para remover la muestra adherida a las paredes.
4. Luego de comprobar que la temperatura de la mezcla esté a 60°C, se procedió a colocar 100 μl de proteasa para solubilizar y despolimerizar proteínas, y se incubó por 30 minutos a 60°C
5. Seguidamente se añadieron 5 ml de ácido clorhídrico a 0.561 N, se ajustó el pH entre 4.1 y 4.8 utilizando hidróxido de sodio al 5% o ácido clorhídrico al 5%, según el caso.
6. Para la hidrólisis de los fragmentos de almidón remanentes se adicionaron 200 μl de amilogucosidasa y se incubó a 60°C por 30 minutos.

7. Se añadieron aproximadamente 225ml de etanol al 95% previamente calentado a 60°C y se dejó precipitar durante 60 minutos.
8. Se filtraron los residuos y para eliminar proteína despolimerizada y la glucosa se lavaron secuencialmente con dos alícuotas de 15 ml de etanol al 78%, dos alícuotas de 15 ml de etanol al 95% y dos alícuotas de 15 ml de acetona.

Para la determinación de la fracción insoluble se siguió el procedimiento para la fibra dietaria total hasta el paso 6 y luego se filtraron los residuos y se lavaron primeramente con dos alícuotas de 10 ml de agua destilada precalentada a 70°C, luego con dos alícuotas de 15 ml de etanol al 95% y dos alícuotas de 15 ml de acetona.

Los residuos filtrados y lavados obtenidos de los procedimientos para FDT y FDI fueron colocados individualmente en cápsulas (determinación de proteína) y crisoles (determinación de ceniza), y secados por convección forzada en una estufa a 103°C durante 12 horas. Luego del enfriamiento se registró el peso de los residuos que corresponden a cenizas (R1) y proteína (R2).

La fibra dietaria total e insoluble fue calculada por sustracción de los pesos de proteína (p) y ceniza (A) de los residuos como se indica en la fórmula 1. La ceniza y proteína fueron determinadas por los métodos de AOAC 920.87 y AOAC 923.03, respectivamente.

$$\text{Fibra dietaria total/insoluble} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = \frac{\frac{R1 + R2}{2} - p - A - B}{\frac{m1 + m2}{2}} \times 100 \quad (\text{Formula 1})$$

Donde:

R1: peso del residuo de ceniza

R2: peso del residuo de proteína

p: peso de proteína (g)

A: peso de ceniza (g)

B: blanco

m1: peso muestra inicial ceniza

m2: peso muestra inicial proteína

El valor del Blanco (B) fue calculado mediante la Fórmula 2

$$\text{Blanco FDT/FDI (B)} = \frac{BR1 + BR2}{2} - Bp - BA \quad (\text{Fórmula 2})$$

Donde BR1 y BR2 son los pesos en gramos de los residuos de ceniza y proteína de los blancos respectivamente; Bp es el peso en gramos del blanco de proteína y BA el peso en gramos del blanco de ceniza.

2.3 Determinación de fibra dietaria soluble

La fibra dietaria soluble fue determinada por la diferencia entre fibra dietaria total y fibra dietaria insoluble.

$$\text{Fibra dietaria soluble } \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = \text{FDT} - \text{FDI} \quad (\text{Fórmula 3})$$

2.4 Análisis estadístico

Los datos de FDT, FDI y FDS se expresaron como la media de las muestras por triplicado \pm desviación estándar. Utilizando el programa estadístico Minitab 16 los resultados obtenidos de legumbre, raíces y tubérculos fueron comparados mediante un análisis de varianza ANOVA y la prueba de rangos múltiples de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$.

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Fibra dietaria total y sus fracciones

Como se visualiza en la Tabla 1 el chocho presentó el contenido más alto de FDT y FDI, seguido por la maca. La papa y la zanahoria blanca no presentaron diferencia estadística en cuanto al aporte de FDT siendo su aporte el más bajo de los alimentos analizados. De las raíces la fibra dietaria total de la maca fue superior a la zanahoria blanca; y en los tubérculos el melloco superó a la papa. En lo referente a la FDS la maca presentó el más alto valor, mientras que la zanahoria blanca el más bajo. El chocho, melloco y papa mostraron contenidos similares entre 3,00 y 4,41 g/100g. Los resultados obtenidos corroboran las expectativas del gran valor nutricional de las legumbres, raíces y tubérculos tradicionales no convencionales (Fraile et al., 2007 & Wallace et al., 2016).

Tabla 1. Contenido de fibra dietaria total y sus fracciones expresada en g/100g BS

Alimento	Fibra dietaria total	Fibra dietaria insoluble	Fibra dietaria soluble
Chocho	25,68 ± 1,26 ^a	21,52 ± 1,59 ^a	4,16 ± 1,06 ^b
Maca	21,79 ± 0,32 ^b	14,43 ± 0,09 ^b	7,36 ± 0,32 ^a
Melloco	15,01 ± 0,97 ^c	10,59 ± 0,49 ^c	4,41 ± 0,48 ^b
Papa	10,34 ± 0,08 ^d	7,34 ± 0,06 ^d	3,00 ± 0,04 ^b
Zanahoria Blanca	10,72 ± 0,19 ^d	9,52 ± 0,12 ^c	1,19 ± 0,29 ^c

Los resultados representan la media ± de la desviación estándar de tres repeticiones. Los valores seguidos por la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) según la prueba de rango múltiples de Tukey.

Fuente y Elaboración: La Autora.

De acuerdo al análisis de varianza ANOVA se evidenció que existe diferencia significativa entre los alimentos analizados, para el contenido de fibra dietaria total [$F(4, 9) = 282,76, p < .001$], fibra dietaria insoluble [$F(4, 9) = 154,25, p < .001$] y fibra dietaria soluble [$F(4, 9) = 48,03, p < .001$]. De acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Tukey, se diferencia cuatro grupos estadísticamente diferentes para FDT y FDI y, tres grupos para FDS.

3.2 Relación FDI/FDS y proporción de FDS con relación a la FDT

La maca, el melloco y papa mostraron una similar y equilibrada relación FDI/FDS (Tabla 2). La proporción de FDS de estos alimentos frente a la FDT varió de 29,04 a 33,77 % y siendo similar a los valores reportados para uvas (33,3 %), duraznos (31,3 %) y fresa (30,4 %) (Ramulu & Rao, 2003). Los resultados obtenidos en la raíz y tubérculos mencionados constituyen un hallazgo destacable ya que bibliográficamente se sostiene, que únicamente las legumbres, verduras y frutas poseen una composición equilibrada de fibra con una porción importante de la fracción soluble (Fulgencio, 2010). La relación FDI/FDS y la proporción de FDS en la zanahoria blanca y chocho fueron similares a pesar de tratarse de

diferentes grupos de alimentos. Entre los alimentos estudiados la proporción de FDS fue la más baja. En el caso de la zanahoria blanca fue similar a la del dátil (10,4 %) considerada como una fruta con bajo aporte de fibra soluble (Ramulu & Rao, 2003), mientras que en el chocho esta proporción fue similar a la de la guayaba (16,5 %), zapote (16,5 %), piña (17,8 %) y granada (17,8 %), reflejando un aporte modesto de FDS (Ramulu & Rao, 2003).

Tabla 2. Relación FDI/FDS y proporción de FDS con relación a FDT

Alimento	FDI/FDS	FDS cómo % FDT
Choco	5,49 ± 1,89	16,21 ± 4,22
Maca	1,96 ± 0,09	33,77 ± 1,02
Melloco	2,41 ± 0,15	29,34 ± 1,31
Papa	2,44 ± 0,03	29,04 ± 0,22
Zanahoria Blanca	8,31 ± 1,90	11,10 ± 2,57

Los valores representan la media ± de la desviación estándar de tres repeticiones.

Fuente y Elaboración: La Autora.

Las legumbres a las que pertenece el chocho son consideradas como un grupo de alimentos ricos en fibra, los valores de FDT, FDI y FDS fueron similares a los del frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) (23,3 g/100g, 19,8 g/100g y 3,5 g/100g) reportados por Kutos, Golob, Kac, & Plestenjak (2003), y superiores a los de lenteja (*Lens culinaris*) (11,3 g/100g, 10,3 g/100g y 1,1 g/100g) y frejol blanco (*Phaseolus vulgaris*) (17,7 g/100g, 13,4 g/100g y 4,3 g/100g) (Farhath Khanum y Schakel como se citó en Dhingra, Michael, Rajput, & Patil, 2012).

La maca y zanahoria blanca mostraron un menor contenido de FDT, FDI y FDS que otras raíces consumidas comúnmente como la zanahoria (*Daucus carota*) (27,6 g/100g, 17,0 g/100g y 10,6 g/100g) y rábano (*Raphanus sativus*) (24,4 g/100g, 10,4 g/100g y 5,0 g/100g), estudiadas por Chang, Lee, Li, & Chen (1995); pero mayor a los reportados por Farhath Khanum y Schakel (como se citó en Dhingra et al., 2012) para remolacha (*Beta vulgaris*) (7,8 g/100g, 5,4 g/100g y 2,4 g/100g).

Comparando el melloco con otros alimentos básicos de las poblaciones andinas estudiados por Valcárcel-Yamani et al. (2013) y Tecson-Mendoza (2007), se desprende que el aporte de FDT, FDI y FDS, fueron similares al de la mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) (15,59 g/100g, 10,55 g/100g y 5,04 g/100g, respectivamente) y superiores a los de la oca

(*Oxalis tuberosa* Molina) (7,14 g/100g, 6,85 g/100g y 0,29 g/100g) y camote (*Ipomoea batatas*) (7 g/100g, 3 g/100g y 4 g/100g).

Al comparar los alimentos estudiados con algunos cereales considerados como fuente principal de fibra dietaria, se evidencio que poseen una relación FDI/FDS mucho más equilibrada que la reportada para el salvado de arroz (9,8), salvado de cebada (22,39) y salvado de trigo (19) (Robin, Schuchmann, & Palzer, 2012). El chocho, maca y melloco aportan valores superiores de FDT, FDI y FDS que el trigo (*Triticum aestivum*) (12,6 g/100g, 10,2 g/100g y 2,3 g/100g) y arroz (*Oryza sativa*) (1,3 g/100g, 1,0 g/100g y 0,3). La papa y zanahoria blanca son similares a la avena (*Avena sativa* L.) (10,3 g/100g, 6,5 g/100g y 3,8 g/100g) (Farhath Khanum y Schakel como se citó en Dhingra et al., 2012).

Este estudio ha mostrado en general el potencial benéfico de los alimentos no convencionales en lo referente a su notable aporte de fibra dietaria total y soluble, y a la equilibrada relación FDI/FDS.

CONCLUSIONES

Todos los alimentos estudiados constituyen recursos con alto contenido de fibra dietaria, especialmente de la fracción insoluble.

El chocho y la maca se destacaron por el aporte de fibra dietaria total (25,68 y 21,79 g/100g) y fibra dietaria insoluble (21,52 y 14,43 g/100g).

La maca presentó el mayor contenido de fibra dietaria soluble (7,36 g/100g).

La maca, papa y melloco presentaron la mejor relación FDI/FDS y proporción de fibra dietaria soluble con respecto a la total.

RECOMENDACIONES

Con la finalidad de conocer el contenido de fibra dietaria que es ingerida realmente por el consumidor, se sugiere que se realice su cuantificación en los alimentos estudiados luego de haber sido sometidos a los métodos de cocción usados convencionalmente para su preparación.

BIBLIOGRAFÍA

- Andre, C. M., Ghislain, M., Bertin, P., Oufir, M., Herrera, M. D. R., Hoffmann, L., ... Evers, D. (2007). Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(2), 366–378. <https://doi.org/10.1021/jf062740i>
- Araya, H., Beecher, G. R., Burlingame, B., Chateaneuf, R., Cotier, J. P., Davis, C. S., ... Holden, J. (1997). *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. (C. Morón, I. Zacarías, & P. Saturnino de, Eds.), FAO. Santiago, Chile.
- Barrera, V., Brito, B., Calcedo, C., Córdova, J., Espín, S., Espinoza, P., ... Villacrés, E. (2003). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos* (INIAP, Vol. 4). Quito, Ecuador.
- Cadima Fuentes, X. (2006). *Tubérculos*. (M. Moraes, B. Øllgaard, P. Kvist, F. Balslev, & H. Borchsenius, Eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Bolivia: Fundación PROINPA.
- Chandrasekara, A., & Josheph Kumar, T. (2016). Roots and tuber crops as functional foods: A review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *International Journal of Food Science*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3631647>
- Chang, S.-C., Lee, M.-S., Li, C.-H., & Chen, M.-L. (1995). Dietary fiber content and composition of vegetables in Taiwan area. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition*, 4, 204–210.
- Codex Alimentarius. (2014). *Directrices para el uso de declaraciones nutricionales: Proyecto de cuadro de condiciones respecto del contenido de nutrientes (Parte B, que contiene disposiciones sobre la fibra dietética) ALINORM 08_31_26_Appenice_II*.
- Delgado-Andrade, C., Olías, R., Jiménez-López, J., & Clemente, A. (2016). Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficios para la salud. *Arbor Ciencia, Pensamiento Y Cultura*, 192(779). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3003>
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- Dini, A., Migliuolo, G., Rastrelli, L., Saturnino, P., & Schettino, O. (1994). Chemical composition of *Lepidium meyenii*. *Food Chemistry*, 49(4), 347–349.

[https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90003-5)

- Estrella, E. (1988). *Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador*. (ABYA-YAKA, Ed.) (2da Edicio). Quito, Ecuador.
- FAO. (2008). El mundo de la papa: América Latina - Año Internacional de la Papa 2008. Retrieved June 11, 2017, from http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/america_latina.html
- Fraile, M. E., García-Suárez, M. D., Martínez-Bernal, Á., & Slomianski, R. (2007). Nutritivas y apetecibles: conozca de leguminosas comestibles . Parte I . Hojas , vainas y semillas. *ContactoS* 66, 27–35.
- Freire, W. B., Ramírez, M. J., Belmont, P., Mendieta, M. J., Silva, K. M., Romero, N., ... Monge, R. (2013). *RESUMEN EJECUTIVO. TOMO I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT-ECU 2011-2013. Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadística y Censos*. (Vol. 1). Quito, Ecuador. <https://doi.org/042816>
- Fulgencio, S. C. (2010). Fibra dietética en la dieta y en alimentos funcionales. Prebióticos. In M. Juárez & A. Perote (Eds.), *Alimentos saludables y de diseño específico. Alimentos funcionales* (p. 24, 49 de 210). Madrid, España: IM&C.
- Gotteland, M., & Peña, F. (2011). La Fibra Dietetica y sus Beneficios para la Salud. *Indualimentos*, 32–33.
- Jacobsen, S., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 458–482.
- Jacobsen, S., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). La Importancia de los Cultivos Andinos. *Fermentum*, 13, 14–24.
- Jiménez, F. (2005). *Características nutricionales de la arracacha (Arracacia Xanthorrhiza) y sus perspectivas en la alimentación*. Lima, Perú.
- Kutos, T., Golob, T., Kac, M., & Plestenjak, A. (2003). Dietary fibre content of dry and processed beans. *Food Chemistry*, 80(2), 231–235. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00258-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00258-3)
- Lee, S., Prosky, L., & De Vries, J. (1992). Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods: Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *Journal of AOAC International (USA)*.
- Matos C., A., & Chambilla M., E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética , sus Propiedades

- Funcionales en la Alimentación Humana. *Revista de Investigación En Ciencia Y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 4–17.
- Mazón, N., Castillo, R., Hermann, M., & Espinosa, P. (1996). *La Zanahoria Blanca o Arracacha en Ecuador* (INIAP). DENAREF.
- Megazyme. (2016). *Total Dietary Fiber Assat Procedure* (K-TDFR-100, Vol. 16). Ireland.
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2013, December). Patrimonio Alimentario. La Papa. 8, 9.
- Murniece, I., Karklina, D., Galoburda, R., Santare, D., Skrabule, I., & Costa, H. S. (2011). Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties depending on traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4–5), 699–710. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.09.005>
- Olagnero, G., Abad, A., & Bendersky, S. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 14.
- OMS, & FAO. (2014). Necesidades Nutricionales. *FAO*, 30–64.
- Quirós, C., & Cardenas, R. (1997). *Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon*. (M. Hermann & J. Heller, Eds.). Roma.
- Ramulu, P., & Rao, P. U. (2003). Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(6), 677–685. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00095-4](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00095-4)
- Robin, F., Schuchmann, H. P., & Palzer, S. (2012). Dietary fiber in extruded cereals: Limitations and opportunities. *Trends in Food Science and Technology*, 28(1), 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.008>
- Rondán-Sanabria, G. G., & Finardi-Filho, F. (2009). Physical-chemical and functional properties of maca root starch (*Lepidium meyenii* Walpers). *Food Chemistry*, 114(2), 492–498. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.076>
- Segura, F., Echeverri, R., Patiño, A., & Mejía, A. (2007). Descripción y Discusión acerca de los Métodos de Análisis de Fibra y del Valor Nutricional de Forrajes y Alimentos para Alimentos. *Vitae, Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, 14, 72–81.
- Seminario, J. (Ed.). (2004). *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) No. 6*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza

para el Desarrollo y la Cooperación.

- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. (C. Rosell, Ed.), FAO; Anpe-Perú. Roma.
- Tecson-Mendoza, E. (2007). Development of Functional Foods in the Philippines. *Food Science and Technology Research*, 3(13), 179–186.
- Valcárcel-Yamani, B., Rondán-Sanabria, G. G., & Finardi-Filho, F. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa molina*), olluco (*Ullucus tuberosus caldas*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum ruiz & pavón*). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(3), 453–464. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000300007>
- Wallace, T. C., Murray, R., & Zelman, K. M. (2016). The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients*, 8(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/nu8120766>

ANEXOS

- **Etanol (EtOH) 95%**

Datos:

Concentración 1	99,9%
Concentración 2	95%
Volumen 1	1000 ml
Volumen 2	?

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

$$V2 = (C2 \times V1) / C1$$

$$V2 = (95\% \times 1000 \text{ ml}) / 99.9\%$$

$$V2 = 950,9 \text{ ml de etanol}$$

Se obtuvo una concentración al 95% adicionando 49,1ml de agua destilada a 950,9 ml de etanol puro al 99%.

- **Etanol (EtOH) 78%**

Datos:

Concentración 1	99,9%
Concentración 2	78%
Volumen 1	1000 ml
Volumen 2	?

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

$$V2 = (C2 \times V1) / C1$$

$$V2 = (78\% \times 1000 \text{ ml}) / 99.9\%$$

$$V2 = 780,7 \text{ ml de etanol}$$

Se obtuvo una concentración al 78% adicionando 219,3ml de agua destilada a 780,7 ml de etanol puro al 99%.

A.2 Proteína

- **Hidróxido de sodio (NaOH) 32%**

Se obtuvo una concentración del 32% disolviendo 320 g de NaOH en 1000 ml de agua destilada

- **Ácido bórico (H₃BO₃) 2%**

Se disolvieron primeramente 20 g de H₃BO₃ en 500 ml de agua destilada precalentada y posteriormente se aforó en un balón de 1000 ml.

- **Ácido clorhídrico (HCl) 0,1N**

Datos:

Riqueza del HCl	37%
Equivalente químico del HCl	36,45 g

Densidad (ρ) 1,19 g / ml

$$N = \frac{\text{Densidad del acido x Riqueza \%}}{100\% \times \text{Equivalente quimico (g)}}$$

$$N = \frac{\frac{1,19 \text{ g}}{1 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml} \times 37\%}{100\% \times 36,45 \text{ g}}$$

$$N = 12,08$$

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

$$V1 = (C2 \times V2) / C1$$

$$V1 = (0,1N \times 100 \text{ ml}) / 12,08$$

$$V1 = 0,82 \text{ ml de HCl}$$

Los 0,82 ml de HCl se agregaron al agua destilada contenida en el balón de 100 ml, luego se completó el volumen hasta la señal de aforo.

Anexo B
DATOS EXPERIMENTALES

B.1 Fibra Dietaria Total y Fibra Dietaria Insoluble

Identificación muestra		Peso muestra (Pm) g	Peso papel filtro (Pp) g	Peso cápsula/crisol vacío (Pc) g	Residuos secos		Cenizas		Proteína				Blanco g	FDT g/100g	FDI g/100g
					(Pp+pc+residuo) g	Peso (residuo) R1/R2 g	Pc + Pmi g	Cenizas g	V(HCl) ml	V blanco ml	N (HCl)	Proteína g			
Papa 3	FDT C	1,0052	1,9213	33,2606	35,3079	0,1260	33,2670	0,0064					-0,0099	9,10	
	FDT P	1,0017	1,9529	80,3663	82,4665	0,1473			5,5	0	0,1014	0,0488			
Zanahoria blanca 2	FDT C	1,0046	1,9242	32,4271	34,4628	0,1115	32,4407	0,0136						9,65	
	FDT P	1,0127	1,8981	82,3150	84,3498	0,1367			2,6	0	0,1014	0,0231			
Maca 2	FDT C	1,0036	1,9200	31,6847	33,8418	0,2371	31,7059	0,0212						19,53	
	FDT P	1,0032	1,9704	80,7520	82,9726	0,2502			4,1	0	0,1014	0,0364			
BLANCO	FDT C		1,9332	35,1105	37,0343	-0,0094	35,1136	0,0031							
	FDT P		1,9210	84,5338	86,4613	0,0065			0,6	0	0,1014	0,0053			
Papa 3	FDI C	1,0036	1,9738	36,3319	38,3950	0,0893	36,3432	0,0113					-0,0138	6,45	
	FDI P	1,0018	1,9502	79,8234	81,9028	0,1292			5,3	0	0,1014	0,0470			
Zanahoria blanca 2	FDI C	1,0035	1,9342	31,4505	33,4798	0,0951	31,4622	0,0117						8,25	
	FDI P	1,0388	1,9466	79,5373	81,5913	0,1074			2,1	0	0,1014	0,0186			
Maca 2	FDI C	1,0110	1,9143	34,0741	36,1756	0,1872	34,0878	0,0137						12,80	
	FDI P	1,0086	1,9092	85,8978	87,9456	0,1386			3,8	0	0,1014	0,0337			
BLANCO	FDI C		1,9128	34,3483	36,2564	-0,0047	34,3568	0,0085							
	FDI P		1,9138	80,4538	82,3671	-0,0005			0,3	0	0,1014	0,0027			

Identificación muestra		Peso muestra (Pm) g	Peso papel filtro (Pp) g	Peso cápsula/crisol vacío (Pc) g	Residuos secos		Cenizas		Proteína				Blanco g	FDT g/100g	FDI g/100g
					(Pp+pc+residuo) g	Peso (residuo) R1/R2 g	Pc + Pmi g	Cenizas g	V(HCl) ml	V blanco ml	N (HCl) g	Proteína g			
Papa 1	FDT C	1,0105	1,9602	33,2596	35,3379	0,1181	33,2682	0,0086					-0,0091	9,20	
	FDT P	1,0013	1,9517	79,5456	81,6284	0,1311			3,7	0	0,1003	0,0325			
Zanahoria blanca 1	FDT C	1,0062	1,9394	32,4262	34,4557	0,0901	32,4384	0,0122						9,39	
	FDT P	1,0048	1,9253	82,8280	84,8901	0,1368			1,8	0	0,1003	0,0158			
Zanahoria blanca 3	FDT C	1,0081	1,9313	39,0297	41,0744	0,1134	39,0478	0,0181						9,33	
	FDT P	1,0036	1,9235	80,4462	82,4921	0,1224			1,7	0	0,1003	0,0149			
BLANCO	FDT C		1,9145	35,9732	37,8701	-0,0176	35,9774	0,0042							
	FDT P		1,9594	79,8235	81,7908	0,0079			0,0	0	0,1003	0,0000			
Papa 1	FDI C	1,0314	1,9350	36,2507	38,2673	0,0816	36,2574	0,0067					-0,0128	6,55	
	FDI P	1,0089	1,9293	80,3572	82,3896	0,1031			3,6	0	0,1003	0,0316			
Zanahoria blanca 1	FDI C	1,0104	1,9170	34,1733	36,1646	0,0743	34,1806	0,0073						8,49	
	FDI P	1,0072	1,9603	85,8963	87,9514	0,0948			0,5	0	0,1003	0,0044			
Zanahoria blanca 3	FDI C	1,0032	1,9462	36,1156	38,1480	0,0862	36,1226	0,0070						8,44	
	FDI P	1,0143	1,9293	80,7533	82,7727	0,0901			1,0	0	0,1003	0,0088			
BLANCO	FDI C		1,9158	34,3474	36,2514	-0,0118	34,3547	0,0073							
	FDI P		1,9704	84,5309	86,5162	0,0149			0,8	0	0,1003	0,0070			

Identificación muestra		Peso muestra (Pm) G	Peso papel filtro (Pp) g	Peso cápsula/crisol vacío (Pc) g	Residuos secos		Cenizas		Proteína				Blanco g	FDT g/100g	FDI g/100g	
					(Pp+pc+residuo) g	Peso (residuo) R1/R2 g	Pc + Pmi g	Cenizas g	V(HCl) ml	V blanco ml	N (HCl) g	Proteína g				
Maca 3	FDT C	1,0145	2,2363	33,2607	35,7052	0,2082	33,2835	0,0229					-0,0390	19,01		
	FDT P	1,0023	2,1897	84,5546	86,9458	0,2015			3,4	0	0,1003	0,0299				
Papa 2	FDT C	1,0082	2,1224	32,4269	34,6448	0,0955	32,4336	0,0068						9,25		
	FDT P	1,0012	2,2361	80,7781	83,1425	0,1283			5,9	0	0,1003	0,0518				
Maca 1	FDT C	1,0083	2,2632	38,7053	41,1634	0,1949	38,7250	0,0198						19,26		
	FDT P	1,0010	2,1789	79,5322	81,9354	0,2243			4,1	0	0,1003	0,0360				
BLANCO	FDT C		2,2338	35,9741	38,1773	-0,0306	35,9816	0,0076								
	FDT P		2,2027	79,5324	81,7192	-0,0159			1,0	0	0,1003	0,0088				
Maca 3	FDI C	1,0113	2,2272	36,2515	38,6313	0,1526	36,2634	0,0120						-0,0039		12,82
	FDI P	1,0023	2,2927	80,3633	82,8406	0,1846			3,6	0	0,1003	0,0316				
Papa 2	FDI C	1,0051	2,3024	34,1739	36,5610	0,0847	34,1802	0,0063					6,55			
	FDI P	1,0036	2,2485	80,4521	82,8119	0,1113			3,4	0	0,1003	0,0299				
Maca 1	FDI C	1,0031	2,2813	36,1165	38,5710	0,1732	36,1279	0,0114					12,66			
	FDI P	1,0006	2,2226	82,8310	85,2139	0,1603			3,7	0	0,1003	0,0325				
BLANCO	FDI C		2,2081	34,3478	36,5592	0,0033	34,3585	0,0108								
	FDI P		2,2584	85,8947	88,1704	0,0173			0,4	0	0,1003	0,0035				

Identificación muestra		Peso muestra (Pm) G	Peso papel filtro (Pp) g	Peso cápsula/crisol vacío (Pc) g	Residuos secos		Cenizas		Proteína				Blanco g	FDT g/100g	FDI g/100g		
					(Pp+pc+residuo) g	Peso (residuo) R1/R2 g	Pc + Pmi g	Cenizas g	V(HCl) ml	V blanco ml	N (HCl) g	Proteína g					
Chocho 3	FDT C	1,0013	1,8721	37,3598	39,5822	0,3503	37,3744	0,0145					-0,0312	24,74			
	FDT P	1,0040	1,8685	91,5151	93,7514	0,3678			13,3	1,2	0,1096	0,1277					
Melloco 1	FDT C	1,0043	1,8708	34,7657	36,7603	0,1238	34,7687	0,0030						-0,0049	12,77		
	FDT P	1,0041	1,8949	82,3245	84,3610	0,1416			3,4	1,2	0,1096	0,0326					
Chocho 1	FDT C	1,0021	1,891	39,0308	41,2657	0,3439	39,0443	0,0135							-0,0049	22,26	
	FDT P	1,0049	1,8744	90,4544	92,6708	0,3420			14,3	1,2	0,1096	0,1373					
BLANCO	FDT C		1,9115	34,8678	36,7483	-0,0310	34,8679	0,0001					-0,0049				
	FDT P		1,9077	91,0224	92,9085	-0,0216			0,5	1,2	0,1096	0,0048					
Chocho 3	FDI C	1,0060	1,8948	35,1125	37,2804	0,2731	35,1218	0,0093						-0,0049		20,48	
	FDI P	1,0035	1,8829	72,7337	74,9423	0,3257			9,3	1,2	0,1096	0,0893					
Melloco 1	FDI C	1,0014	1,8652	31,6809	33,6733	0,1272	31,6907	0,0098							-0,0049	8,91	
	FDI P	1,0022	1,8895	89,5614	91,5637	0,1128			2,7	1,2	0,1096	0,0259					
Chocho 1	FDI C	1,0041	1,8755	34,3490	36,5780	0,3535	34,3596	0,0105					-0,0049			21,56	
	FDI P	1,0021	1,8698	83,6363	85,8440	0,3379			12,9	1,2	0,1096	0,1238					
BLANCO	FDI C		1,8724	36,1171	37,9859	-0,0036	36,1229	0,0058						-0,0049			
	FDI P		1,8895	92,2106	94,1112	0,0111			0,3	1,2	0,1096	0,0029					

Identificación muestra		Peso muestra (Pm) g	Peso papel filtro (Pp) g	Peso cápsula/crisol vacío (Pc) g	Residuos secos		Cenizas		Proteína				Blanco g	FDT g	FDI g		
					(Pp+pc+residuo) g	Peso (residuo) R1/R2 g	Pc + Pmi g	Cenizas g	V(HCl) ml	V blanco ml	N (HCl) g	Proteína g					
Chocho 2	FDT C	1,0039	1,8391	31,6801	33,8859	0,3667	31,7026	0,0224					- 0,00852625	22,48629932			
	FDT P	1,0033	1,8563	82,8537	85,0976	0,3876			16,3	0,8	0,1014	0,1375					
Melloco 2	FDT C	1,0007	1,8532	33,2632	35,2582	0,1418	33,2747	0,0115						-0,00479	11,66006395		
	FDT P	1,0010	1,8613	79,5697	81,5889	0,1579			4,2	0,8	0,1014	0,0302					
BLANCO	FDT C		1,8660	36,2508	38,1474	0,0306	36,2745	0,0237							-0,00479		
	FDT P		1,8562	84,5608	86,4257	0,0087			1,3	0,8	0,1014	0,0044					
Chocho 2	FDI C	1,0026	1,8842	35,1138	37,2997	0,3017	35,1267	0,012					-0,00479				18,02211529
	FDI P	1,0028	1,8840	79,8473	82,0574	0,3261			14,9	0,8	0,1014	0,1251					
Melloco 2	FDI C	1,0018	1,8643	34,3474	36,3157	0,1040	34,3579	0,0106						-0,00479			8,34743225
	FDI P	1,0019	1,8605	85,9109	87,8906	0,1192			3,3	0,8	0,1014	0,0222					
BLANCO	FDI C		1,9915	36,1162	38,1073	-0,0004	36,1244	0,0082							-0,00479		
	FDI P		1,8935	82,3329	84,2336	0,0072			0,8	0,8	0,1014	0,0000					

B.2 Humedad

Identificación de muestra	Peso capsula (Pc)	Peso muestra (Pm)	Pcms Peso cápsula con muestra seca			Peso de muestra seca	Contenido de Humedad
			1	2	3		
	g	g	g	g	g	g	g/100g
Papa 1	79,5695	2,0030	81,3691	81,3591	81,3561	1,7866	10,96
Papa 2	92,1778	2,0054	93,9683	93,9651	93,9601	1,7823	11,29
Papa 3	90,4503	2,0071	92,2418	92,2397	92,2336	1,7833	11,31
Maca 1	84,5397	2,0051	85,3279	86,3186	86,3138	1,7741	11,68
Maca 2	85,9173	1,7459	87,4735	87,4649	87,4640	1,5467	11,59
Maca 3	89,5619	1,7831	91,1525	91,1474	91,1448	1,5829	11,41
Meloco 1	82,8466	0,7636	83,4762	83,4718	83,4715	0,6249	18,58
Meloco 2	82,8466	0,7636	83,4762	83,4718	83,4715	0,6249	18,58
Zanahoria blanca 1	82,3392	2,0022	84,1212	84,1083	84,1065	1,7673	11,90
Zanahoria blanca 2	91,0241	2,0099	92,8143	92,8078	92,8031	1,7790	11,65
Zanahoria blanca 3	83,6411	2,0094	85,4351	85,4268	85,4201	1,7790	11,63
Chocho 1	72,7437	2,0097	74,5920	74,5884	74,5850	1,8413	8,54
Chocho 2	91,5146	2,0026	93,3636	93,3500	93,3513	1,8367	8,44
Chocho 3	79,8556	2,0032	81,7041	81,6904	81,6909	1,8353	8,54
Blanco	80,4748		80,4735	80,4730	80,4716	-0,0032	

Anexo C

CÁLCULO DE FIBRA DIETARIA TOTAL, INSOLUBLE Y SOLUBLE

Alimento: Papa tercera repetición

Datos

Identificación muestra		Peso muestra (Pm) g	Peso papel filtro (Pp) g	Peso cápsula/ crisol vacío (Pc) g	Residuos secos		Cenizas Pc + Pmi g	Proteína		
					(Pp+pc+ residuo) g	Peso (residuo) R1/R2 g		V (HCl) g	V blanco ml	N (HCl)
Papa 3	FDT C	1,0052	1,9213	33,2606	35,3079	0,1260	33,2670			
	FDT P	1,0017	1,9529	80,3663	82,4665	0,1473		5,5	0	0,1014
BLANCO	FDT C		1,9332	35,1105	37,0343	-0,0094	35,1136			
	FDT P		1,9210	84,5338	86,4613	0,0065		0,6	0	0,1014
Papa 3	FDI C	1,0036	1,9738	36,3319	38,3950	0,0893	36,3432			
	FDI P	1,0018	1,9502	79,8234	81,9028	0,1292		5,3	0	0,1014
BLANCO	FDI C		1,9128	34,3483	36,2564	-0,0047	34,35687			
	FDI P		1,9138	80,4538	82,3671	-0,0005		0,3	0	0,1014

- **Cálculo del residuo de ceniza (R1)**

$R1 = ((\text{peso papel} + \text{peso crisol} + \text{residuo}) - \text{peso crisol vacío} - \text{peso papel filtro})$

$R1 = ((35,30790) - 33,26060 - 1,9213)$

$R1 = 0,1260 \text{ g}$

- **Cálculo de cenizas (A)**

$A = (\text{peso papel} + \text{peso crisol} + \text{peso muestra incinerada}) - \text{peso crisol vacío}$

$A = (33,26703 - 33,26060)$

$A = 0,00643 \text{ g}$

- **Cálculo del residuo de proteína (R2)**

$R2 = ((\text{peso pape l} + \text{peso cápsula} + \text{residuo}) - \text{peso cápsula vacío} - \text{peso papel filtro})$

$R2 = ((76,22290) - 74,67120 - 1,3367)$

$R2 = 0,215 \text{ g}$

- **Cálculo de proteína (p)**

$p = V (\text{HCl}) \times N (\text{HCl}) \times 0,014 \times 6,25$

$p = 5,5 \times 0,1014 \times 0,014 \times 6,25$

$$p = 0,0488 \text{ g}$$

✓ **FIBRA DIETARIA TOTAL**

• **Cálculo del Blanco (B)**

$$B = \frac{BR1 + BR2}{2} - (Bp) - (BA)$$

$$B = \frac{(-0,0094 + 0,0065)}{2} - 0,0053 - 0,00316$$

$$B = -0,0099 \text{ g}$$

• **Cálculo de fibra dietaria total**

$$FDT = \frac{\frac{R1 + R2}{2} - p - A - B}{\frac{m1 + m2}{2}} \times 100$$

$$FDT = \frac{\frac{0,1260 + 0,1473}{2} - 0,0488 - 0,00643 - (-0,0099)}{\frac{1,0052 + 1,0017}{2}} \times 100$$

$$FDT = 9,10 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

✓ **FIBRA DIETARIA INSOLUBLE**

• **Cálculo del Blanco (B)**

$$B = \frac{BR1 + BR2}{2} - (Bp) - (BA)$$

$$B = \frac{(-0,0047) + (-0,0050)}{2} - 0,0027 - 0,00857$$

$$B = -0,01383 \text{ g}$$

- **Cálculo de fibra dietaria insoluble**

$$FDI = \frac{\frac{R1 + R2}{2} - p - A - B}{\frac{m1 + m2}{2}} \times 100$$

$$FDI = \frac{\frac{0,893 + 0,1292}{2} - 0,0470 - 0,01137 - (-0,01383)}{\frac{1,0036 + 1,0018}{2}} \times 100$$

$$FDI = 6,45 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

✓ **FIBRA DIETARIA SOLUBLE**

- **Cálculo de fibra dietaria soluble**

$$FDS = FDT - FDI$$

$$FDS = 9,1941 - 6,4513$$

$$FDS = 2,65 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

✓ **HUMEDAD**

Datos

Alimento: Papa primera repetición

Identificación de muestra	Peso capsula (Pc)	Peso muestra (Pm)	Peso final cápsula + muestra deshidratada	Peso muestra seca
	g	g	g	g
Papa 1	79,5695	2,0097	74,5850	1,7866
Blanco	80,4748		80,4716	

- **Blanco (B)**

$$B = (\text{Peso final cápsula} + \text{muestra deshidratada}) - \text{Peso cápsula}$$

$$B = 80,4716 \text{ g} - 80,4748 \text{ g}$$

$$B = - 0,0032 \text{ g}$$

- **Cálculo de humedad**

$$\text{Humedad} = \frac{((\text{Peso muestra} - \text{Peso de muestra seca}) - \text{Blanco})}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

$$\text{Humedad} = \frac{((2,0097 - 1,7866) - (-0,0032)) \text{ g}}{2,0030 \text{ g}} \times 100$$

$$\text{Humedad} = 10,96 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

- **Cálculo de base seca**

Datos

$$\text{FDT} = 9,19 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

$$\text{Base Húmeda} = 100 - \text{humedad}$$

$$\text{Base Húmeda} = 100 \text{ g} - 10,96 \text{ g}$$

$$\text{Base Húmeda} = 89,04 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

9,19 g / 100 g	→	89,04 g / 100 g
		Sólidos totales
Base seca	→	100 g / 100 g
		Sólidos totales

$$\text{Base seca} = 10,32 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

Anexo D
RESULTADOS

Tabla 1. Resultados de fibra dietaria total, insoluble y soluble

Identificación de muestra		FDT (g/100g)	FDI (g/100g)	FDS (g/100g)	Humedad (g/100g)
Chocho	1	23,26	20,57	2,69	8,54
	2	22,49	18,02	4,46	8,44
	3	24,74	20,48	4,25	8,54
Maca	1	19,26	12,66	6,60	11,68
	2	19,53	12,80	6,73	11,59
	3	19,01	12,82	6,19	11,41
Melloco	1	12,77	8,91	3,87	18,58
	2	11,66	8,35	3,31	18,58
Papa	1	9,39	8,49	0,90	11,89
	2	9,65	8,30	1,36	11,65
	3	9,33	8,44	0,89	11,63
Zanahoria blanca	1	9,20	6,55	2,65	10,96
	2	9,25	6,55	2,70	11,28
	3	9,10	6,45	2,65	11,31

Tabla 2. Resultados de fibra dietaria total, insoluble y soluble expresados en base seca, la relación FDI/FDS y porción FDS con relación a FDT.

Identificación de muestra		FDT (g/100g)	FDI (g/100g)	FDS (g/100g)	FDI/FDS	FDS cómo % FDT
Chocho	1	25,43	22,49	2,95	7,64	11,58
	2	24,56	19,68	4,88	4,04	19,85
	3	27,04	22,39	4,65	4,82	17,19
Maca	1	21,80	14,32	7,47	1,92	34,27
	2	22,09	14,48	7,61	1,90	34,45
	3	21,46	14,46	6,99	2,07	32,58
Melloco	1	15,68	10,94	4,74	2,30	30,27
	2	14,32	10,25	4,07	2,52	28,41
Papa	1	10,32	7,35	2,97	2,47	28,79
	2	10,42	7,38	3,04	2,42	29,20
	3	10,26	7,27	2,99	2,43	29,14
Zanahoria blanca	1	10,66	9,63	1,02	9,38	9,63
	2	10,92	9,38	1,53	6,11	14,06
	3	10,56	9,54	1,01	9,43	9,59

Anexo E

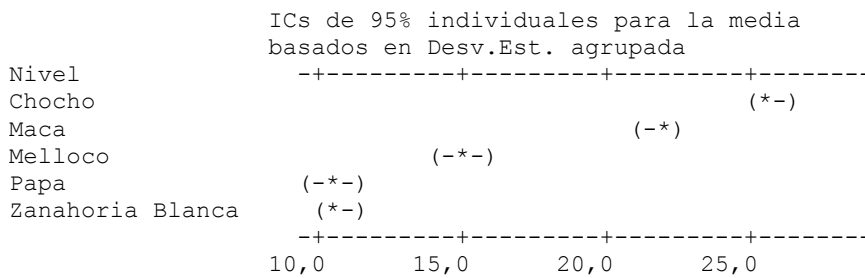
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANOVA unidireccional: FDT vs. Alimento

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Alimento	4	553,801	138,450	282,76	0,000
Error	9	4,407	0,490		
Total	13	558,208			

S = 0,6997 R-cuad. = 99,21% R-cuad.(ajustado) = 98,86%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Chocho	3	25,680	1,262
Maca	3	21,785	0,317
Mel loco	2	15,005	0,967
Papa	3	10,340	0,082
Zanahoria Blanca	3	10,715	0,189



Desv.Est. agrupada = 0,700

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Alimento	N	Media	Agrupación
Chocho	3	25,680	A
Maca	3	21,785	B
Mel loco	2	15,005	C
Zanahoria Blanca	3	10,715	D
Papa	3	10,340	D

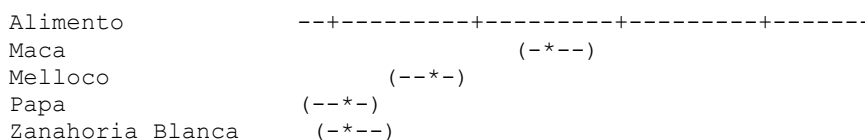
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Alimento

Nivel de confianza individual = 99,17%

Alimento = Chocho restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Maca	-5,818	-3,895	-1,972
Mel loco	-12,825	-10,675	-8,525
Papa	-17,263	-15,340	-13,417
Zanahoria Blanca	-16,888	-14,965	-13,042



10,0 15,0 20,0 25,0

Desv.Est. agrupada = 0,772

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Alimento	N	Media	Agrupación
Chocho	3	21,523	A
Maca	3	14,427	B
Mellico	2	10,597	C
Zanahoria Blanca	3	9,523	C
Papa	3	7,337	D

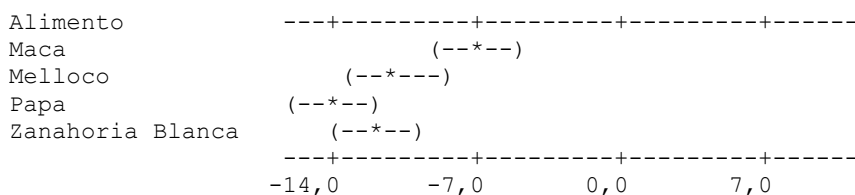
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Alimento

Nivel de confianza individual = 99,17%

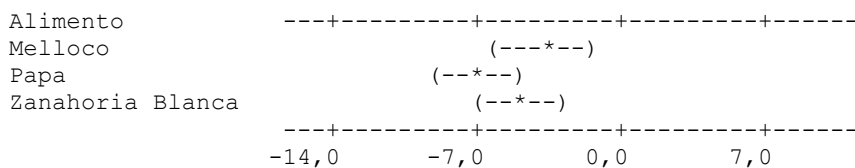
Alimento = Chocho restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Maca	-9,217	-7,096	-4,975
Mellico	-13,298	-10,926	-8,555
Papa	-16,307	-14,186	-12,064
Zanahoria Blanca	-14,121	-12,000	-9,878



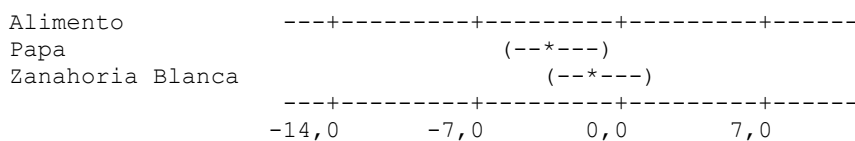
Alimento = Maca restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Mellico	-6,202	-3,830	-1,459
Papa	-9,211	-7,090	-4,968
Zanahoria Blanca	-7,025	-4,904	-2,782



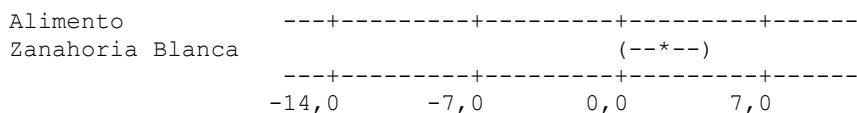
Alimento = Mellico restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Papa	-5,631	-3,259	-0,888
Zanahoria Blanca	-3,445	-1,073	1,299



Alimento = Papa restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Zanahoria Blanca	0,065	2,186	4,307



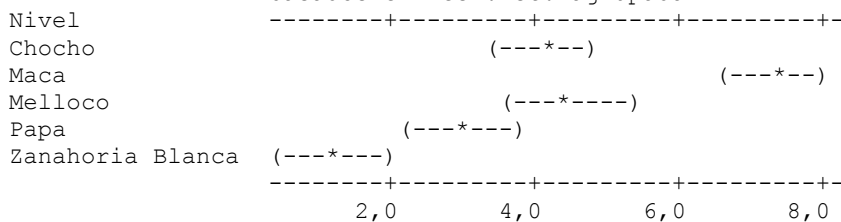
ANOVA unidireccional: FDS vs. Alimento

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Alimento	4	60,880	15,220	48,03	0,000
Error	9	2,852	0,317		
Total	13	63,731			

S = 0,5629 R-cuad. = 95,53% R-cuad. (ajustado) = 93,54%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Chocho	3	4,1571	1,0558
Maca	3	7,3584	0,3242
Mellico	2	4,4088	0,4810
Papa	3	3,0032	0,0374
Zanahoria Blanca	3	1,1921	0,2983

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada



Desv.Est. agrupada = 0,5629

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Alimento	N	Media	Agrupación
Maca	3	7,3584	A
Mellico	2	4,4088	B
Chocho	3	4,1571	B
Papa	3	3,0032	B
Zanahoria Blanca	3	1,1921	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

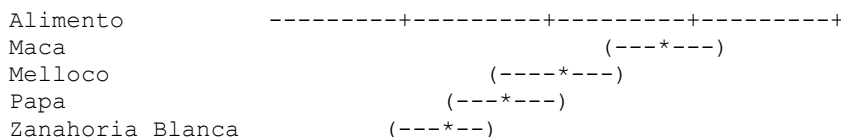
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Alimento

Nivel de confianza individual = 99,17%

Alimento = Chocho restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Maca	1,6543	3,2013	4,7482
Mellico	-1,4779	0,2517	1,9813
Papa	-2,7010	-1,1540	0,3930
Zanahoria Blanca	-4,5120	-2,9651	-1,4181



```

-----+-----+-----+-----+
-4,0      0,0      4,0      8,0
Alimento = Maca restado de:

```

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Mellico	-4,6791	-2,9496	-1,2200
Papa	-5,9022	-4,3553	-2,8083
Zanahoria Blanca	-7,7133	-6,1663	-4,6194

```

Alimento -----+-----+-----+-----+
Mellico      (----*----)
Papa         (---*---)
Zanahoria Blanca (---*--)
```

```

-----+-----+-----+-----+
-4,0      0,0      4,0      8,0

```

Alimento = Mellico restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Papa	-3,1352	-1,4057	0,3239
Zanahoria Blanca	-4,9463	-3,2168	-1,4872

```

Alimento -----+-----+-----+-----+
Papa         (---*---)
Zanahoria Blanca (---*---)
```

```

-----+-----+-----+-----+
-4,0      0,0      4,0      8,0

```

Alimento = Papa restado de:

Alimento	Inferior	Centro	Superior
Zanahoria Blanca	-3,3581	-1,8111	-0,2641

```

Alimento -----+-----+-----+-----+
Zanahoria Blanca (---*---)
```

```

-----+-----+-----+-----+
-4,0      0,0      4,0      8,0

```