



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO PARA LA
ELABORACIÓN DE HARINA DE FRUTOS DE CHONTADURO
(*Bactris gasipaes* KUNTH) REPLICABLE EN COMUNIDADES
KICHWAS AMAZÓNICAS DE ECUADOR**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

AUTOR: JOEL ERNESTO ZAMORA VILLÓN

TUTORA: PhD. ERY FUKUSHIMA

CO-TUTORA: PhD. MARÍA GABRIELA ZURITA

Napo – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Tena, 7 de diciembre de 2022

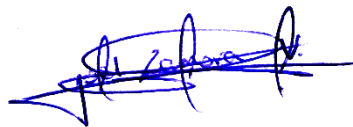
Yo, Joel Ernesto Zamora Villón con documento de identidad N° 0927234039, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título Ingeniero en Biotecnología son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Por la favorable atención a la presente, suscribo de usted,

Atentamente,

Firma:



Joel Ernesto Zamora Villón

C.I: 0927234039


CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico que el trabajo de integración curricular titulado: “Estandarización de un protocolo para la elaboración de harina de frutos de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) replicable en comunidades kichwas amazónicas de Ecuador”, en la modalidad de: artículo original, fue realizado por: Joel Ernesto Zamora Villón, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiám, para su entrega y defensa.

Tena, 7 de diciembre de 2022

Firma:



.....
Ery Odette Fukushima

C.I: 1759301714

Firma:



.....
María Gabriela Zurita

C.I: 1712165008

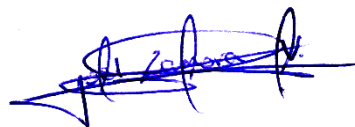
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, JOEL ERNESTO ZAMORA VILLÓN, con documento de identidad N° 0927234039, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: "Estandarización de un protocolo para la elaboración de harina de frutos de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) replicable en comunidades kichwas amazónicas de Ecuador de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad Regional Amazónica Ikiam una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo autorizo a la Universidad Regional Amazónica Ikiam para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación superior.

Tena, 7 de diciembre de 2022

Firma:



Joel Ernesto Zamora Villón

0927234039

AGRADECIMIENTOS

Principalmente al creador de todo, por llevarme siempre al lugar en donde puedo ser más feliz.

A todos los profesores y profesoras que han sembrado en mi la semilla de la curiosidad, tanto en el colegio como en la universidad. Además, han sido ellos mismo quienes me ha dirigido a este tema de tesis, con énfasis social, demostrando que la ciencia debe puede ser aplicada en cualquier ámbito.

A mi padre, por ser el pilar de mi vida, por todos sus esfuerzos sobrehumanos para que no falte nada y por su cariño incondicional. A mi madre, por ser la razón de mis esfuerzos, por siempre preocuparse y estar atenta a mi bienestar. A mi hermano del alma, José Collins, por mostrarme que siempre se puede ser ese apoyo que las personas necesitan y haber ayudado a formar a mi actual personalidad.

A mi tutora, Ery Fukushima, que me acogió cuando me encontró huérfano de tema de tesis y me ha sabido guiar y aconsejar durante todo este camino lleno de altos y bajos. A mi cotutora, María Gabriela Zurita, por sus consejos y por acercarme a las comunidades.

A Evencio Joel Medina, por su amistad, por sus consejos, por sus palabras de aliento y por su ayuda en el laboratorio.

A Emily Roxana Galarza Naranjo, por haber sido mi apoyo incondicional durante todos estos años juntos. Auguro el mejor de los destinos para ti y espero que puedas lograr todas tus metas. Siempre tendrás un espacio especial en mi corazón por el simple hecho de ser tú. Gracias, por tanto.

A Melanie Ochoa, mi compañera durante toda la carrera y la creadora del emprendimiento de yogurt MAOO, emprendiendo por el cual he podido cubrir gastos y poder culminar mi tesis.

Por último, pero no menos importante, gracias a mí. Gracias por la resiliencia y por siempre buscar lo bueno en lo malo y siempre encontrar el camino correcto.

Gracias a ustedes, todo esto se ha convertido en una realidad.

DEDICATORIA

A mi padre, Ernesto Zamora Vera, a mi madre, Juanita Villón Mora, por su apoyo, amor y esfuerzo incondicional durante todo este trayecto.

Para mi hermano, Joaquín Zamora Villón, quién ha sido un referente intelectual para mí.

A José Collins Mejía y Mery Baquerizo, a su hijo Jessy Collins, por sus sabios consejos que me han ayudado en mi formación personal y profesional. A mi hermano del alma, José Collins Baquerizo, quien se convirtió en polvo de estrellas.

A mis tíos y tías paternas, por siempre recordarme de dónde vengo y por sus consejos de vida; especialmente a mis tíos Leonidas y Horacio, y mis tías Betty, Olga y Graciela (cariñosamente, Chela), por siempre haberme aconsejado para bien.

A mi mejor amiga, Estefany Chimarro, por soportarme con todas mis locuras, aconsejarme y apoyarme.

A Daniela Guevara, Karla Tutiven y Rocío Villamar, por ser amigas incondicionales cuando regreso al ranchito.

A mis amigos de la provincia, por siempre estar pendientes de mí, especialmente a Jhipson Flores y Tamara Rosales.

A mis amigos de la universidad, amigos de estudios y de fiestas. ¡Qué increíbles personas que son!

A mi maravillosa región amazónica, en donde quiero aplicar mi tema de investigación y poner mi granito de arena para ayudar a la realidad actual.

Esto es para ustedes, los llevo siempre en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| PORTADA | i |
| DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD | ii |
| CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR | iii |
| AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL | iv |
| AGRADECIMIENTOS | v |
| DEDICATORIA | vi |
| ÍNDICE GENERAL | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR | 4 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 5 |
| 4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 5 |
| 5. HIPÓTESIS | 5 |
| 6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 6 |
| 6.1 General | 6 |
| 6.2. Específicos | 6 |
| 7. MÉTODOS | 6 |
| 7.1 Recolección y procesamiento | 6 |
| 7.2 Estandarización de protocolo de secado | 6 |
| 7.2.1 <i>Frutos crudos</i> | 7 |
| 7.2.2 <i>Frutos cocinados</i> | 7 |
| 7.2.3 <i>Troceado de fruta y equipos para retirar agua</i> | 7 |
| 7.2.4 <i>Selección</i> | 7 |
| 7.3 Análisis bromatológico | 8 |
| 7.3.1 <i>Humedad</i> | 8 |
| 7.3.2 <i>Cenizas</i> | 8 |
| 7.3.3 <i>Grasas</i> | 8 |
| 7.3.4 <i>Fibra</i> | 9 |
| 7.3.5 <i>Proteína</i> | 10 |
| 7.3.6 <i>Carbohidratos</i> | 10 |
| 7.4 Análisis estadístico | 11 |

| | | |
|-------|--|----|
| 8 | RESULTADOS | 13 |
| 9 | DISCUSIÓN | 17 |
| 9.1 | Procesamiento de los frutos y equipos utilizados para deshidratación | 17 |
| 9.2 | Componentes resultantes en el procesamiento | 18 |
| 9.2.1 | <i>Humedad</i> | 18 |
| 9.2.2 | <i>Cenizas</i> | 18 |
| 9.2.3 | <i>Grasas</i> | 18 |
| 9.2.4 | <i>Fibras</i> | 19 |
| 9.2.5 | <i>Proteínas</i> | 20 |
| 9.2.6 | <i>Carbohidratos</i> | 20 |
| 10 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 20 |
| 11 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 1 |
| 12 | ANEXO | 4 |
| 12.1 | Humedad | 4 |
| 12.2 | Cenizas | 8 |
| 12.3 | Grasas | 11 |
| 12.4 | Fibras | 15 |
| 12.5 | Proteínas | 18 |
| 12.6 | Carbohidratos | 22 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.- Propiedades bromatológicas del fruto y de la harina de pulpa y de la cáscara. | 4 |
| Tabla 2.- Códigos, o tratamientos, de las 16 harinas obtenidas. | 13 |
| Tabla 3.- Resultados del análisis bromatológico realizado a las harinas obtenidas | 14 |
| Tabla 4.- Valores correspondientes a los requisitos de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN y al CODEX Alimentarius para diversas harinas de origen vegetal. | 15 |
| Tabla 5.- Resultados del ANOVA para las propiedades bromatológicas. | 15 |

RESUMEN

El fruto de la palma de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) es ampliamente consumido en la región amazónica del Ecuador, especialmente por pueblos y comunidades. Esta es una fruta estacional y altamente perenne en corto tiempo y con propiedades nutricionales beneficiosas que podrían ayudar a disminuir los niveles de desnutrición en la región amazónica. Por ello, es importante desarrollar una metodología que permita que este fruto pueda ser transformado y consumido durante todo el año y que, además, mantenga sus propiedades nutricionales. En la presente investigación, para disminuir el porcentaje de agua de la materia prima y proceder a su molienda para obtener diversas harinas de chontaduro, se utilizaron diversos equipos -deshidratador, mufla, horno y liofilizador- con diferentes variaciones -fruto crudo o cocinado, tamaño de troceado del fruto, temperatura y tiempo en el equipo- Las harinas obtenidas fueron comparadas entre ellas y se verificó que cumplan la Normativa Técnica Ecuatoriana, así como los requisitos del CODEX alimentarius, respecto a sus propiedades bromatológicas. Por los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos, para la elaboración de la harina se recomienda el uso del fruto cocinado con un grosor de 1 cm³ y secado en el deshidratador, para posterior prensar los frutos y disminuir la cantidad de grasas, y realizar la ulterior molienda antes de ser cernido y empaçado al vacío. Este protocolo asegura el cumplimiento de la normativa nacional y puede ser replicado por las comunidades kichwas amazónicas del Ecuador y ser comercializado para reemplazar las harinas comerciales por una harina libre de gluten.

Palabras claves: chontaduro, harina vegetal, procesamiento de chontaduro, comunidades amazónicas, normativa INEC

ABSTRACT

The fruit of the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) is widely consumed in the Amazon region of Ecuador, especially by folks and communities. This is a seasonal and highly perennial fruit in a short time and with beneficial nutritional properties that could help reduce malnutrition levels in the Amazon region. For this reason, it is important to develop a methodology that allows this fruit to be processed and consumed throughout the year and also to maintain its nutritional properties. In the present investigation, in order to reduce the percentage of water in the raw material and proceed to its grinding to obtain various peach flours, various equipment was used -dehydrator, muffle, oven and freeze-dryer- with different variations -raw or cooked fruit, size of cutting the fruit, temperature and time in the equipment-The flours obtained were compared between them and it was verified that they comply with the Ecuadorian Technical Regulations, as well as the CODEX alimentarius requirements, regarding their bromatological properties. Based on the results obtained from the bromatological analyses, for the elaboration of the flour it is recommended to use the fruit cooked with a thickness of 1 cm³ and dried in the dehydrator, to later press the fruits and reduce the amount of fat, and carry out the subsequent grinding before being sifted and vacuum packed. This protocol ensures compliance with national regulations and can be replicated by the Amazonian Kichwa communities of Ecuador and be marketed to replace commercial flours with gluten-free flour.

Keywords: chontaduro, vegetable flour, chontaduro processing, Amazonian communities, INEC regulations.

1. ANTECEDENTES

Bactris gasipaes Kunth también conocida como chonta, pejibaye, piba, macana, chontaduro, pupunha y pijuayo [1,2] ha sido ampliamente cultivada desde la época pre-Colombina desde Bolivia hasta Honduras y actualmente también en México y en algunas islas del Caribe. Sus usos principales son alimenticios (fruto, palmito) y madera [3,4]. En Ecuador, se distribuye en el Amazonas, en el piedemonte andino y en el Chocó [5] y sus usos varían desde los medicinales hasta los artesanales como la elaboración de herramientas y decoraciones [6,7].

La chonta pertenece a la familia Arecaceae, Tribu Cocoseae, Subtribu Bactridinae. Es una palma espinosa, con tronco cilíndrico, con 6-8 hojas en la corona foliar e inflorescencias ramificadas. Sus frutos son elipsoides y presentan diferentes características dependiendo si son de la variedad nativa (var. *chichagui*) o de la variedad introducida de Costa Rica (var. *gasipaes*), la cual presenta frutos más grandes comparados a la variedad nativa, que presenta frutos más pequeños y con mayor contenido de aceites [8,9]. En adición, diversos estudios han mostrado que los frutos más pequeños tienden a acumular más aceite y fibra, mientras que los frutos más grandes tienden a acumular más almidón; a su vez, se ha visto una relación inversamente proporcional entre la cantidad de aceite y almidón que poseen los frutos [9]. Por otro lado, otras características como la morfología de las flores, características de las espinas, tallos y hojas, también permiten distinguir entre estas dos variedades [10].

Su fruto ha sido estudiado para la fabricación de diversos productos, como por ejemplo bebidas, yogurt [11,12], bebidas fermentadas [13,14] y mermeladas [15]. Asimismo, lo que se podría considerar como desechos del procesamiento del palmito y de la fruta, han sido utilizados para la fabricación de harinas, granolas y fideos, así como panes, pasteles y galletas [16–24]. Estos productos han sido desarrollados de manera artesanal, semi industrial e industrial, especialmente en Brasil, Colombia y Costa Rica [18,25], países en los que se exportan diversos productos elaborados a partir de diferentes partes de la palma [26].

El proceso para la elaboración de harina es el siguiente: someter a cocción el fruto, después pelar, retirar la semilla, trocear la pulpa, secarla y molerla, para su posterior

almacenamiento en fundas selladas [26,27]. Para la etapa de secado se pueden utilizar diferentes metodologías variando el equipo utilizado, la temperatura, el tiempo y la manera en la que la fruta es troceada. Respecto a los equipos, se usan estufas con recirculación de aire, deshidratadores y muflas [28,29]. El tiempo de secado depende de la temperatura ajustada en el equipo y del tamaño de la pulpa troceada. Se recomienda una temperatura mínima de 60°C, debido a que una menor no es efectiva para la eliminación de patógenos [26]. Además, el fruto debe ser cocinado para eliminar sustancias irritantes, inactivar enzimas anti alimentarias, microorganismos y facilitar la etapa de pelado [27]. La pulpa puede ser troceada en rodajas, en cubos de no más de 1 cm de grosor o también se puede moler la pulpa antes del secado [24,27,29–31].

La bromatología es la disciplina que se encarga del estudio de alimentos desde varios enfoques, especialmente de su composición (cantidad de humedad, cenizas, grasas, fibras, proteínas, carbohidratos) teniendo también varios propósitos que impiden fraudes y cuidan al consumidor final. La constitución alimentaria engloba a las proteínas, los lípidos y los carbohidratos como los componentes mayoritarios de los alimentos. Las proteínas están compuestas principalmente de nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y carbono; además, siempre son utilizables por el cuerpo a pesar de sufrir desnaturalizaciones. Los carbohidratos proporcionan entre el 50% al 65% de la energía requerida por las personas; están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno. Por otro lado, los lípidos, a pesar de también estar compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno -a veces también de fósforo y nitrógeno- aportan el doble de energía que los carbohidratos y las proteínas [32].

Respecto al contenido de agua en los alimentos, se ha visto que los alimentos deshidratados que alcanzan un porcentaje de agua entre el 5 y el 10% requieren un procesamiento mínimo para mantener su estabilidad en la conservación, además de que esto reduce la posibilidad de que bacterias puedan desarrollarse y crecer [33].

Los métodos industriales de conservación de alimentos tienen el objetivo de conservar de manera eficaz y duradera el producto, además de garantizar que sus propiedades nutritivas, sensoriales y sanitarias se mantengan hasta el momento de su consumo. Entre los principales procesos de conservación se encuentran: la aplicación de bajas temperaturas, la utilización de temperaturas elevadas, la disminución del porcentaje de agua, la adición de sal o azúcar, la fermentación láctica, la aplicación de radiaciones ionizantes, entre otras [33].

De manera general, como se puede mostrar en la **Tabla 1**, las propiedades bromatológicas (humedad, cenizas, grasas, fibras, proteínas y carbohidratos), de los frutos y de las harinas, tanto de la pulpa como de la cáscara, varían ampliamente entre los resultados de diversos autores. Es así que los porcentajes de humedad, cenizas, grasas, fibras, proteínas y carbohidratos del fruto cosechado y sin procesar, pueden variar entre el 56,00% al 68,50%, entre el 0,50% al 1,80%, entre el 1,90% al 14,00 %, entre el 1,60% al 11,00%, entre el 2,40% al 5,00% y entre el 12,20% al 25,10%, respectivamente. Estas amplias variaciones también se dan entre las harinas elaboradas con la pulpa y las harinas elaboradas con la cáscara y se deben al ecotipo, la madurez y el lugar de procedencia del fruto [27,34,35].

Asimismo, diversas investigaciones sobre las propiedades bromatológicas de harinas preparadas con la pulpa pura y con pulpa más cáscara de fruto cocinado, no mostraron diferencias significativas respecto a carbohidratos, fibras, lípidos y cenizas, pero sí para proteínas, en donde la harina elaborada con pulpa más cáscara mostró un mayor contenido de proteínas; por ello, se podría mantener la cáscara al momento de elaborar la harina [22,24,36].

Diversos estudios han sido realizados en varios países amazónicos, incluido Ecuador, sin embargo, no existe algún reporte documentado del cantón Tena. Por ello, es necesario la estandarización de un protocolo de elaboración de harina de chontaduro y, además, debido a sus diferencias climáticas y altitudinales comparadas con otras regiones, es preciso realizar la caracterización bromatológica de las harinas que pueden obtenerse en este cantón, a la vez que se obtendrá información relevante que pueda ayudar a promover su futuro uso comercial.

Tabla 1.- Propiedades bromatológicas del fruto y de la harina de pulpa y de la cáscara.

| Composición (%) | Fruto | | Harina de pulpa | | Harina de cáscara | |
|-----------------|---|----------------------------|--|---|---------------------|--|
| | Rojas-Garbanzo, Pérez, Castro, <i>et al</i> , 2012 [31] | Ferreira & Pena, 2003 [37] | De Oliveira, Martinez-Flores, De Andrade, <i>et al</i> , 2006 [18] | Rojas-Garbanzo, Pérez, Castro, <i>et al</i> , 2012 [31] | Mosquera, 2014 [38] | Martínez-Girón, Osoria & Ordoñez-Santos, 2021 [17] |
| Humedad | 56,00 | 68,5 | 7,09 | 13,00 | 13,53 | 10,86 |
| Cenizas | 1,80 | 0,50 | 1,49 | 1,78 | 3,08 | 1,85 |
| Grasas | 14,00 | 1,90 | 5,88 | 13,00 | 4,32 | 14,21 |
| Fibras | 11,00 | 1,60 | 4,59 | 10,00 | 26,12 | 16,56 |
| Proteínas | 5,00 | 2,40 | 4,23 | 5,00 | 9,03 | 6,87 |
| Carbohidratos | 12,20 | 25,10 | 83,81 | 57,22 | 43,92 | 49,65 |

Realizado por: Joel Zamora, 2022.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

Según el Ministerio de Inclusión Económica y Social de Ecuador, el 23,9% de los niños y niñas de 0 a 5 años, sufren desnutrición infantil. La población indígena presenta el mayor nivel de desnutrición (48,4%), seguida de los afrodescendientes (18,7%) y las personas negras (19,7%). En las provincias amazónicas los porcentajes de desnutrición infantil oscilan entre el 25,6% y 43,9% [39].

La región amazónica se caracteriza por la existencia de una amplia variedad de especies vegetales agroforestales comestibles, entre las que destacan la yuca, el cacao, la papa china, el camote, el maíz, el plátano, el banano, la chonta, entre otros [20]. Tomando en cuenta las características nutricionales de estas especies, la desnutrición local se puede combatir con la incorporación apropiada de estos alimentos en la dieta de la población. Una de las especies que puede contribuir en este sentido es la chonta. Diversas investigaciones revelan que este es un fruto rico en carbohidratos, proteínas, grasas, fibras y varios minerales [20]. Cabe destacar que el fruto ya es consumido tradicionalmente por la población local después de su cocción y como bebida (chicha). Sin embargo, el fruto es estacional y altamente perecedero a corto plazo, por lo que la mayoría de los frutos se dañan antes de ser vendidos por los comerciantes de las comunidades [2].

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a las propiedades nutricionales beneficiosas de la chonta, y teniendo en cuenta que puede ser empleado para la disminución de la desnutrición en la región, pero que es una fruta estacional y altamente perecedera, es importante desarrollar las estrategias necesarias para su incorporación en la dieta de la población local a lo largo de todo el año y no solo en el tiempo de cosecha. En adición, también puede ser utilizado como aperitivos nutritivos en las escuelas [9,40]. Para ello, se plantea la elaboración de harina a partir de este fruto para asegurar su disponibilidad durante la época de no cosecha. Diversos autores [20, 23-25] han desarrollado este producto y lo han incorporado en diversos subproductos como galletas [24], panetones -pan de pascua- [20], pastas [18] y panes [22], reemplazando así cierto porcentaje de la harina comercial por harina de chonta [9,40]. Es necesario tener en cuenta que la metodología desarrollada debe ser viable en las condiciones amazónicas para preservar el poder nutricional de los alimentos y promover una mejor alimentación a bajo costo, además de que debe ser replicada por los pobladores locales.

4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Por la naturaleza de la investigación, surgen las siguientes interrogantes a resolver:

- ¿Cuál es el método de secado más eficiente que permite mantener las propiedades bromatológicas del fruto?
- ¿Cuáles son las propiedades bromatológicas de la harina de chonta preparada con diferentes métodos de secado?

5. HIPÓTESIS

- Se obtendrán adecuados porcentajes de humedad y proteínas en las harinas obtenidas mediante el secado en el deshidratador tanto para la normativa INEN como para el CODEX.

6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 General

- Estandarizar una metodología de trabajo para la obtención de harina de chonta que sea replicable por las comunidades kichwas de la Amazonía ecuatoriana.

6.2. Específicos

- Evaluar diferentes métodos de secado para la obtención de harina de chonta.
- Caracterizar bromatológicamente las harinas obtenidas mediante los diferentes métodos empleados.

7. MÉTODOS

7.1 Recolección y procesamiento

Las muestras fueron recolectadas entre los meses de Agosto y Septiembre del 2021 en las comunidades de Jondachi (0°46'07.4" S, 77° 45'48.1" W; 1091 m de altitud) y Kilómetro 24 (0°44'45.1" S 77°45'18.7" W; 1195 m de altitud), ambas ubicadas en la provincia de Napo, en Ecuador. Los frutos fueron colocados en fundas y después ubicados en refrigeración, o en condiciones de temperatura baja, para mantener la cadena de frío hasta su procesamiento. Se lavaron los frutos con agua potable y se separaron aquellos con daños por golpe, que estuviesen partidos o que hubiesen presentado alguna infección fúngica evidente.

7.2 Estandarización de protocolo de secado

Se procesaron los frutos para obtener harinas de frutos cocinados y harinas de frutos crudos, siguiendo la siguiente metodología:

7.2.1 Frutos crudos

Los frutos crudos fueron colocados en una solución de cloro comercial al 10% v/v durante 15 min y, se secaron sobre toallas de papel. Una vez secos, a todos los frutos se les retiró la cáscara y la semilla, de manera que se tuvieron: pulpa pura y cáscara sola.

7.2.2 Frutos cocinados

Los frutos fueron puestos a cocción durante 1 h en agua hirviendo y después se retiró el agua y se los dejó enfriar en el mismo recipiente. Una vez frío, se retiró la cáscara y la semilla, de manera que se tuvo: pulpa sola y cáscara sola.

7.2.3 Troceado de fruta y equipos para retirar agua

Las 4 cuatro materias primas -a saber: pulpa cruda sin cáscara, cáscara cruda, pulpa cocida sin cáscara y cáscara cocida- fueron divididas en partes iguales para ser secadas utilizando los siguientes equipos: deshidratador, mufla, horno y liofilizador. Se probaron diferentes grosores del fruto, a saber: se dividió la fruta en 4 y 16 trozos (tamaño máximo de 1 cm³). Así mismo, se testearon diferentes tiempos de secado, a saber: 8 h y 16 h para el deshidratador; 24 h, 36 h y 42 h para el horno; 36 h y 42 h para la mufla; y 18 h y 24 h en el liofilizador -80 °C. La temperatura seteada fue de 60 °C para todos los equipos, excepto para el liofilizador, el cual se programó a una temperatura máxima de -80 °C y una presión de 20 mmT.

Una vez cumplido el tiempo de secado, los trozos fueron triturados con un molino para posterior ser tamizados manualmente y, las diferentes harinas, se colocaron en fundas herméticas plásticas y protegidas de la luz.

7.2.4 Selección

Las harinas que mostraron sets completos, a saber: lugar de procedencia, procesamiento, parte de la fruta y equipo de secado, fueron seleccionadas para el análisis bromatológico.

7.3 Análisis bromatológico

Se realizaron los siguientes análisis bromatológicos en todas las harinas seleccionadas:

7.3.1 Humedad

Se determinó con una termobalanza KERN modelo MLB 50-3, siguiendo las recomendaciones del fabricante. El resultado obtenido fue de porcentaje de humedad.

7.3.2 Cenizas

Los crisoles fueron colocados en la estufa a 120 °C por 40 min y después fueron traspasados al desecador hasta que alcanzaron la temperatura ambiente y se pesaron. Posteriormente, se colocaron 2 g de harina en los crisoles, los cuales se colocaron sobre una plancha de calentamiento hasta que la harina se tornó de color negro y prontamente se transfirieron a la mufla a 500 °C hasta que las cenizas adquirieron un color gris claro. Posteriormente, se las enfriaron en el desecador y se pesaron. El porcentaje de cenizas se calculó mediante siguiendo la siguiente fórmula:

$$C = \frac{100 * (m_3 - m_1)}{(100 - H) * (m_2 - m_1)}$$

Donde:

C= contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m_1 = masa del crisol vacío, en g.

m_2 = masa del crisol con la muestra, en g.

m_3 = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad de la muestra.

7.3.3 Grasas

Se pesaron sobre papel cera 4 g de la harina y se colocaron dentro del dedal que fue ubicado dentro del aparato Soxhlet. Se pesaron los balones que previamente habían sido puestos en la estufa por 1 h a 100 °C y puestas en el desecador hasta que

alcanzaron la temperatura ambiente. Terminada la extracción, se recuperó el solvente por destilación en el mismo equipo; se ubicaron los balones en el horno a 100 °C durante 2 h, se dejaron enfriar en el desecador y se pesaron. La harina desengrasada fue almacenada para el análisis de fibras. Para calcular el porcentaje de grasa, se utilizó la siguiente fórmula:

$$G = \frac{100 * (m_2 - m_1)}{m * (100 - H)}$$

Donde:

G= contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa.

M= masa de la muestra, en g.

m_1 = masa del balón vacío, en g.

m_2 = masa del balón con grada, en g.

H= porcentaje de humedad en la muestra.

7.3.4 Fibra

Se pesaron 2 g de la harina desengrasada y se colocaron en un balón de 600 mL. Al balón se agregaron 200 mL de solución hirviendo de H₂SO₄ 0.255 N y núcleos de ebullición. El balón se ubicó sobre una plancha y se dejó hervir por 30 min. Se filtró la solución con papel filtro puesto sobre un embudo de Gooch y con ayuda de una bomba de vacío, mientras se lavaba el residuo con agua hirviendo hasta que no quede residuos de ácido en las aguas filtradas. Posterior, el residuo fue colocado nuevamente en un balón de 600 mL y se le añadieron 200 mL de una solución hirviendo de NaOH 0.313 N; el balón se colocó sobre una plancha y se dejó hervir por 30 min para, posteriormente, filtrar el residuo, con un papel filtro cuantitativo ashless de 125 mm de diámetro, vertiendo 25 mL de solución de H₂SO₄ 0.255 N y luego agua hirviendo hasta que el agua filtrada no dio reacción alcalina y se vertieron 25 ml de alcohol al 96%. El residuo, junto con el papel filtro, fueron ubicados en un crisol previamente puesto en la estufa a 120 °C, dejado en el desecador y pesado. Se colocó el crisol con el residuo en el horno a 130 °C por 2 h, luego se dejó enfriar en el desecador y se pesó. Posteriormente, se colocó en la mufla y se dejó incinerar a 500 °C por 30 min, para después ser colocado en el desecador y pesado cuando haya alcanzado la temperatura ambiente. Se calculó el porcentaje de fibra con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Donde:

F= contenido de fibra, en % de masa.

m= masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

m₁= masa del crisol con fibra seca, en g.

m₂= masa del crisol con fibra seca después de ser incinerado, en g.

m₃= masa del crisol del ensayo en blanco conteniendo el papel filtro, en g.

m₄= masa del crisol del ensayo en blanco conteniendo el papel filtro después de ser incinerado, en g.

7.3.5 Proteína

Se realizó una extracción de proteínas usando ultrasonido [41]. Se utilizó la harina con tamaño menor a 500 µm, la cual fue mezclada con agua destilada en proporción 1:5 (m:v) en tubos de ensayo; se utilizó vortex para mezclar homogéneamente la harina y el agua; posteriormente se pusieron los tubos de ensayo en el sonicador marca Branson Ultrasonics modelo CPX5800H-E por 15 min. Consecutivamente, se trasladaron los tubos a un agitador termostático marca Thermo Scientific MaxQ 4000 durante 30 min a 30 °C y a 200 rpm. Por último, se realizó una centrifugación durante 30 min a 20 °C a 4000 rpm y se recuperó el sobrenadante. Se efectuó una determinación de la concentración de proteínas mediante el ensayo de Biuret [42], realizando una curva de calibración con Bovine Serum Albumina y el reactivo de Biuret y ejecutando la lectura a 540 nm después de haber dejado reposar la muestra durante 30 min. Para las muestras, se tomó 1 mL del sobrenadante y se añadieron 2 mL del reactivo de Biuret y se dejó reposar por 30 min antes de realizar la lectura.

7.3.6 Carbohidratos

Se calculó por diferencia mediante la siguiente fórmula:

$$Cb = 100\% - \%H - \%C - \%G - \%F - \%P$$

Donde:

Cb = contenido de carbohidratos, en % de masa.

$\%H$ = porcentaje de humedad de la harina, en g.

$\%C$ = porcentaje de cenizas de la harina, en g.

$\%G$ = porcentaje de grasas de la harina, en g.

$\%F$ = porcentaje de fibra de la harina, en g.

$\%P$ = porcentaje de proteína de la harina, en g.

7.4 Análisis estadístico

La metodología fue la de un diseño completamente al azar con un diseño factorial completo de 4 factores donde:

- Factor A es el método de secado: deshidratador (D) o liofilizador (L)
- Factor B es si la fruta fue cocinada o no: cruda (A) o cocinada (B)
- Factor C es la parte de la fruta: cáscara (1) o pulpa (2)
- Factor D es el lugar de procedencia: Jondachi (J) o Kilómetro 24 (K)

Obteniéndose un total de 16 harinas o 16 tratamientos (**Tabla 2**). Cada experimentación fue realizada por triplicado y cada acción de pesado se efectuó con una aproximación de 0.1mg. Para cada análisis, se ejecutó un análisis de varianza en el software InfoStat con un $p < 0,05$. Se analizaron las relaciones entre los factores antes mencionados (método de secado, fruto, parte del fruto y procedencia) y se hizo la prueba de Tukey para su separación en grupos, de manera que harinas con la misma letra no son significativamente diferentes. El diseño experimental fue un diseño completamente aleatorio con un arreglo tetrafactorial completo, mientras que el modelo matemático utilizado fue un modelo lineal aditivo representado por la siguiente ecuación:

$$Y_{ijklm} = \mu + R_m + A_i + B_j + C_k + D_l + AB_{ij} + AC_{ik} + AD_{il} + BC_{jk} + BD_{jl} + CD_{kl} + ABC_{ijk} + ACD_{ikl} + ABD_{ijl} + BCD_{jkl} + ABCD_{ijkl} + \epsilon_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = Valor estimado de la variable

μ = media general

R_m = efecto de los bloques

A_i = efecto del factor A

B_j = efecto del factor B

C_k = efecto del factor C

D_l = efecto del factor D

AB_{ij} = efecto de la interacción del factor A con el factor B

AC_{ik} = efecto de la interacción del factor A con el factor C

AD_{il} = efecto de la interacción del factor A con el factor D

BC_{jk} = efecto de la interacción del factor B con el factor C

BD_{jl} = efecto de la interacción del factor B con el factor D

CD_{kl} = efecto de la interacción del factor C con el factor D

ABC_{ijk} = efecto de la interacción de los factores A, B y C

ACD_{ikl} = efecto de la interacción de los factores A, C y D

ABD_{ijl} = efecto de la interacción de los factores A, B y D

BCD_{jkl} = efecto de la interacción de los factores B, C y D

$ABCD_{ijkl}$ = efecto de la interacción de los factores A, B, C y D

ϵ_{ijklm} = efecto del error

m = emésimo bloque

i = iésimo factor A

j = jotaésimo factor B

k = kaésimo factor C

l = elésimo factor D

Tabla 2.- Códigos, o tratamientos, de las 16 harinas obtenidas. A=cruda; B=cocida; D=deshidratador; L=liofilizador; J=Jondachi; K=Kilómetro 24; 1=cáscara; 2=pulpa.

| Código | | | | Tratamiento | Equivalencia |
|--------|---|---|---|-------------|--------------|
| A | D | J | 1 | T1 | DA1J |
| | | | 2 | T2 | DA2J |
| | | K | 1 | T3 | DA1K |
| | | | 2 | T4 | DA2K |
| | L | J | 1 | T5 | LA1J |
| | | | 2 | T6 | LA2J |
| | | K | 1 | T7 | LA1K |
| | | | 2 | T8 | LA2K |
| B | D | J | 1 | T9 | DB1J |
| | | | 2 | T10 | DB2J |
| | | K | 1 | T11 | DB1K |
| | | | 2 | T12 | DB2K |
| | L | J | 1 | T13 | LB1J |
| | | | 2 | T14 | LB2J |
| | | K | 1 | T15 | LB1K |
| | | | 2 | T16 | LB2K |

Realizado por: Joel Zamora, 2022.

8 RESULTADOS

En la presente investigación se aplicaron los procesos de baja temperatura y alta temperatura, ambas con el objetivo de disminuir el porcentaje de humedad del producto. Además, se cumplió con lo que se conoce como trípode frigorífico, el cual consiste en, a partir de un alimento sano y sin daños físicos, aplicar el frío de manera inmediata a la obtención de la materia prima, y no obstaculizar la cadena de frío [33].

Se demostró que, comparado con la fruta troceada en ocho partes, el 100% de las harinas secadas en los diferentes equipos mostraron un menor porcentaje de humedad cuando la fruta fue troceada en dieciséis partes, tanto para el fruto crudo como cocinado. Para el deshidratador, el tiempo de secado en el que se obtuvo una mayor cantidad de peso perdido fue a las 16 h (36,54% comparado al 30,35% a las 8 h en pulpa); en el horno a las 36h (27,73% confrontado al 20,47% de las 24 h; mientras que en la mufla se logró una pérdida de 25,24% a las 36 h y de 25,44% a las 42 h), mientras que en el liofilizador fue a las 24h (35,64% contrapuesto al 30,32% a las 18 h). No obstante, a los 15 días, el 25% (2 de 8) de harinas obtenidas usando la mufla y el 38% (3 de 8)

obtenidas usando el horno, mostraron contaminación fúngica, por lo que tuvieron que ser desechadas. Por otro lado, ninguna de las harinas obtenidas mediante el deshidratador y el liofilizador mostró contaminación fúngica, por lo que estas harinas fueron escogidas para realizar el análisis bromatológico.

En la **Tabla 3** se muestran los resultados del análisis bromatológico realizados a las harinas obtenidas; resaltados se encuentran los valores más relevantes de cada propiedad, teniendo en cuenta que se desean las harinas con menor porcentaje de agua, con menor cantidad de cenizas, mayor grasas, fibras y proteínas. Mientras que en la **Tabla 4** se muestran los límites de la Normativa Técnica Ecuatoriana y del CODEX Alimentarius que deben cumplir los diferentes tipos de harinas respecto a cada propiedad del análisis bromatológico.

Tabla 3.- Resultados del análisis bromatológico realizado a las harinas obtenidas. Resultados con diferentes letras difieren estadísticamente entre ellas con $p < 0,05$. Resaltados se encuentran los resultados más relevantes para cada propiedad bromatológica.

| Código | Humedad | Cenizas | Grasas | Fibras | Proteínas | Carbohidratos |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| T1 | 6,57±0,47 ^{b, c} | 1,71±0,07 ^{h, i} | 18,46±0,08^a | 5,49±0,30 ^g | 5,57±0,19 ^{b, c} | 62,20±0,95 ^g |
| T2 | 6,60±0,15 ^{b, c} | 1,34±0,04 ^{f, g} | 18,48±0,18^a | 1,78±0,26 ^{a-c} | 4,72±0,12 ^{f, g} | 67,48±0,19 ^{e, f} |
| T3 | 7,24±0,23 ^{c-e} | 1,98±0,06 ^j | 10,98±0,03 ^e | 6,07±0,24^{g, h} | 6,36±0,07^a | 67,37±0,41 ^f |
| T4 | 6,67±0,12 ^{b, c} | 1,10±0,04 ^{b-e} | 10,99±0,06 ^e | 2,23±0,33 ^{a-d} | 5,18±0,05 ^{b-d} | 73,62±0,43 ^{b, c} |
| T5 | 7,57±0,38 ^{c-f} | 1,52±0,11 ^{g, h} | 18,75±0,36^a | 4,51±0,33 ^e | 3,82±0,07 ^{g, h} | 63,63±1,01 ^g |
| T6 | 7,15±0,18 ^{c, d} | 1,07±0,06^{a-d} | 15,74±0,95 ^b | 2,40±0,16 ^{b-d} | 3,75±0,08 ^h | 69,88±1,12 ^d |
| T7 | 8,54±0,22 ^{f, g} | 1,90±0,06 ^{i, j} | 10,80±0,50 ^{e, f} | 2,60±0,28 ^{c, d} | 3,61±0,10 ^h | 72,54±0,56 ^c |
| T8 | 5,68±0,52^{a, b} | 1,04±0,02^{a-c} | 11,49±0,34 ^e | 2,66±0,34 ^d | 4,05±0,19 ^{g, h} | 75,15±0,29 ^{a, b} |
| T9 | 5,31±0,39^a | 1,17±0,07 ^{b-f} | 14,12±0,07 ^{c, d} | 5,48±0,29 ^{f, g} | 5,14±0,05 ^{e, f} | 69,19±0,73 ^{d-f} |
| T10 | 8,12±0,15 ^{d-f} | 1,27±0,07 ^{d-f} | 13,19±0,14 ^d | 2,20±0,23 ^{a-d} | 5,82±0,21 ^b | 69,40±0,30 ^{d, e} |
| T11 | 7,42±0,56 ^{c-e} | 1,30±0,07 ^{e, f} | 11,00±0,16 ^e | 6,54±0,30^h | 4,93±0,24 ^{c-e} | 68,61±0,72 ^{d-f} |
| T12 | 7,38±0,50 ^{c-e} | 0,87±0,09^a | 9,95±0,06 ^f | 2,79±0,26 ^d | 6,65±0,22^a | 72,36±0,81 ^c |
| T13 | 7,54±0,17 ^{c-f} | 1,35±0,03 ^{f, g} | 15,07±0,07 ^b | 4,61±0,26 ^e | 3,91±0,13 ^{g, h} | 67,52±0,35 ^{e, f} |
| T14 | 9,25±0,24 ^g | 1,22±0,13 ^{c-f} | 14,86±0,07 ^{b, c} | 1,69±0,14 ^{a, b} | 4,74±0,21 ^{e, f} | 68,23±0,35 ^{d-f} |
| T15 | 9,38±0,17 ^g | 1,26±0,03 ^{d-f} | 11,11±0,20 ^e | 4,64±0,37 ^{e, f} | 4,95±0,06 ^{d, e} | 68,66±0,59 ^{d-f} |
| T16 | 4,87±0,20^a | 0,98±0,03^{a, b} | 9,97±0,06 ^f | 1,50±0,28 ^a | 6,38±0,13^a | 76,30±0,48 ^a |

Realizado por: Joel Zamora, 2022.

Tabla 4.- Valores correspondientes a los requisitos de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN y al CODEX Alimentarius para diversas harinas de origen vegetal.

| Requisito | Harina de trigo panificación [43] | Harina de trigo integral [43] | Harina de trigo para todo uso [43] | CODEX harina de sorgo [44] | CODEX harina de trigo [44] | CODE X harina de yuca [44] | CODEX harina integral de maíz [44] | CODEX harina y sémola de maíz sin germen [44] | CODEX harina y sémola de trigo duro [44] |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|--|
| Humedad (%) – máx | 14,5 | 15,0 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 13,0 | 15,0 | 15,0 | 14,5 |
| Cenizas (%) – máx | 1,0 | 2,0 | 0,8 | 1,5 | A gusto del comprador | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 2,1 |
| Grasas (%) - máx | 2,0 | 3,0 | 2,0 | 4,7 | - | - | 3,1 | 2,5 | |
| Fibras (%) - máx | - | - | - | 1,8 | - | 2,0 | - | - | - |
| Proteínas (%) - mín | 10,0 | 11,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | - | 8,0 | 7,0 | 11,5 |

Realizado por: Joel Zamora, 2022.

Tabla 5.- Resultados del ANOVA para las propiedades bromatológicas. En ANEXOS se muestran a mayor detalle. Subrayados se encuentran las interacciones con diferencias significativas y altamente significativas.

| | Humedad | Cenizas | Grasas | Fibras | Proteínas | Carbohidratos |
|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Modelo | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact A | <0,0001 | 0,0171 | 0,4071 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact B | 0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0144 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact C | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact D | 0,2268 | 0,1719 | <0,0001 | 0,1927 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact A* Fact B | 0,2203 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0788 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact A* Fact C | <0,0001 | 0,4573 | 0,0228 | <0,0001 | <0,0001 | 0,2502 |
| Fact A* Fact D | <0,0001 | 0,1077 | 0,7143 | <0,0001 | 0,1095 | <0,0001 |
| Fact B* Fact C | <0,0001 | <0,0001 | 0,1519 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact B* Fact D | 0,0721 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0024 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact C* Fact D | <0,0001 | <0,0001 | 0,0010 | 0,0433 | <0,0001 | <0,0001 |
| Fact A* Fact B* Fact C | 0,0007 | 0,9830 | 0,0002 | <0,0001 | <u><0,0001</u> | <0,0001 |
| Fact A* Fact B* Fact D | 0,0013 | <u>0,0209</u> | <0,0001 | 0,1961 | <u><0,0001</u> | 0,0112 |
| Fact A* Fact C* Fact D | <0,0001 | <u>0,0043</u> | 0,0003 | 0,0004 | 0,1511 | 0,4112 |
| Fact B* Fact C* Fact D | <0,0001 | 0,1368 | <0,0001 | 0,0002 | 0,7209 | <0,0001 |
| Fact A* Fact B* Fact C* Fact D | <u>0,0520</u> | 0,0913 | <u><0,0001</u> | <u>0,0034</u> | 0,5437 | <u><0,0001</u> |

Realizado por: Joel Zamora, 2022.

En la **Tabla 5** podemos visualizar los resultados del análisis de varianza respecto a las características bromatológicas determinadas. Respecto a la humedad, la interacción que mostró diferencias significativas, fue la combinación de los 4 factores, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las harinas LB2K, DB1J y LA2K (véase la **Tabla 2** para entendimiento de los códigos utilizados), obteniéndose una humedad de 4,87%, 5,31% y 5,68%, respectivamente. Esto muestra que, con ambos métodos de secado, tanto con los frutos cocidos o crudos, con ambas partes de la fruta y con ambos lugares de procedencia, se obtienen harinas con un contenido de humedad dentro de los requisitos del INEN y del CODEX.

Por otro lado, aunque el resto de las variables no dependen específicamente de la metodología de secado, es necesario conocer el lugar de procedencia de donde se obtienen mejores características bromatológicas. Respecto a cenizas, las interacciones que mostraron diferencias significativas, fueron entre los factores A (método de secado), B (fruta cocinada o no) y D (lugar de procedencia), y entre los factores A, C (parte de la fruta) y D; esto mostró que las harinas elaboradas de la pulpa de frutos recolectados en la comunidad de Kilómetro 24 y que fueron sometidos a la cocción, obtuvieron un menor porcentaje de cenizas y que la metodología de secado no influyó en este resultado. Las harinas que obtuvieron menor porcentaje de cenizas fueron la DBK, LBK, D2K y L2K, siendo estos porcentajes de 1,08%, 1,12%, 0,99% y 1,01%, respectivamente.

En cuanto al análisis de porcentaje de grasas, se mostraron diferencias altamente significativas en la interacción de los cuatro factores, obteniéndose que las harinas con mayor cantidad de grasas, fueron las elaboradas con frutos crudos de la comunidad de Jondachi, pero que ambos métodos de secado y ambas partes del fruto no interferían en este porcentaje. Las harinas con mayor porcentaje de grasa fueron la LA1J, DA2J y la DA1J, con porcentajes de 18,75%, 18,48% y 18,46%, respectivamente.

Acerca de las fibras, la interacción entre los cuatro factores mostró tener una diferencia significativa, obteniéndose que las harinas con mayor porcentaje de fibra fueron las elaboradas con la cáscara del fruto de la comunidad Kilómetro 24 y secada en el deshidratador, sin importar si el fruto cocinado o no. Las harinas con mayor cantidad de fibras fueron la DB1K y la DA1K, con porcentajes de fibras de 6,53% y 6,06%, respectivamente.

Referente al contenido de proteínas, se obtuvieron diferencias altamente significativas entre las interacciones de los factores A, B y C, y entre los factores A, B y D. De manera general, se obtuvieron harinas con mayor porcentaje de proteínas de los frutos secados en el deshidratador de la comunidad Kilómetro 24, sin embargo, ni los factores B ni C interfirieron en el porcentaje de proteínas. Las harinas con mayor porcentaje de proteínas fueron las DB2, DA1, DBK, DAK y LBK, con porcentajes de proteínas de 6,24%, 5,97%, 5,89%, 5,87% y 5,66%, respectivamente.

Por último, las harinas que mostraron diferencias altamente significativas respecto a la mayor cantidad de carbohidratos, fueron las obtenidas con la interacción de los 4 factores. Se pudo observar que las harinas con mayor cantidad de carbohidratos fueron las obtenidas mediante el secado en el liofilizador de las pulpas de los frutos de la comunidad de Kilómetro 24, pero que la cocción o no cocción no intervino en el porcentaje de carbohidratos. Las harinas con mayor porcentaje de carbohidratos fueron la LB2K y la LA2K, con valores de 76,31% y 75,15%, respectivamente.

9 DISCUSIÓN

9.1 Procesamiento de los frutos y equipos utilizados para deshidratación

En la presente investigación se utilizaron diversos equipos -deshidratador, mufla, horno y liofilizador- con diferentes variaciones – cocción o no cocción, tamaño del fruto, temperatura y tiempo en el equipo- para disminuir el porcentaje de agua de la materia prima y proceder a su molienda para obtener diversas harinas de chontaduro. Los equipos en los que no se obtuvieron contaminaciones fúngicas fueron en el deshidratador y en el liofilizador, por lo que dichas harinas fueron seleccionadas para realizar el análisis bromatológico de las mismas.

9.2 Componentes resultantes en el procesamiento

9.2.1 Humedad

De manera general, con el deshidratador se obtuvo un menor porcentaje de humedad comparado con el liofilizador (6,91% y 7,50%, respectivamente); sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas en la interacción entre el factor A (método de secado) y C (parte de la fruta) (6,63% en el contenido de humedad para las harinas de cáscara obtenidas en el deshidratador y 6,74% para las obtenidas de la pulpa en el liofilizador), pero estos valores son menores a los obtenidos usando diversos tipos de hornos, tanto para elaborar harina de la cáscara (10,65-10,86%) [17,28] como de la pulpa (6,94-13,00%) [24,27,31].

9.2.2 Cenizas

Asimismo, las harinas que mostraron menor porcentaje de cenizas, fueron las obtenidas con el fruto cocido y las que fueron elaboradas con la pulpa (1,18% y 1,11%, respectivamente). Estos valores también son menores a los determinados para harinas elaboradas con la cáscara (1,85-2,12%) [17,28] y con la pulpa (1,58-2,08%) [24,27,31] usando hornos. De la misma manera, las harinas fabricadas con los frutos de la comunidad de Kilómetro 24 y de Jondachi, con porcentajes de 1,30% y 1,33%, respectivamente, mostraron un contenido de cenizas menor a las harinas fabricadas en Colombia (1,85-1,95%) [17,28], Costa Rica (1,78%) [31], Brasil (2,08%) [24], y Ecuador (1,58%) [27]. Con esto se puede evidenciar el contenido mineral entre las harinas de cáscara y las de pulpa [28], pero también se nota una clara diferencia de esta propiedad dependiendo del lugar de elaboración de la harina, incluso dentro de Ecuador.

9.2.3 Grasas

Por otro lado, se obtuvieron mayores porcentajes de grasas de las harinas elaboradas con el fruto crudo (14,46%), de las harinas hechas a partir de la cáscara (13,79%) y las producidas con frutos recolectados en la comunidad de Jondachi (16,09%). En las harinas producidas con frutos de la comunidad de Kilómetro 24, se obtuvieron valores menores de porcentaje de grasas (10,79%); esto puede deberse a que esta segunda

comunidad está a mayor altura (104 m más elevada), teniendo así una menor concentración de grasas, pero una mayor cantidad de carbohidratos. Esta relación inversamente proporcional entre la cantidad de grasas y carbohidratos ha sido reportada con anterioridad [9,24]. El porcentaje de grasas de las harinas producidas a partir de la cáscara es semejante a otras elaboradas también con la cáscara [17,28]. Así mismo, el contenido de grasas de las harinas hechas a partir de la pulpa (13,09%), es semejante al obtenido en otros estudios (7.8-13,00%) [24,27,31]. De acuerdo a estos resultados, es evidente que los 16 tipos de harinas elaboradas, son productos con un alto nivel de grasas (entre 9,95% para DB2K y 18,75% para LA1J) (véase la **Tabla 2** para entendimiento de los códigos utilizados), por lo que no cumplen con la INEN ni con el CODEX, ya que estos permiten valores máximos de grasas entre 3,0% para la harina de trigo integral y de 4,7% para la harina de sorgo, respectivamente para cada normativa.

9.2.4 Fibras

Respecto al contenido total de fibras, los factores A (método de secado), B (fruto cocido o no cocido) y C (parte de la fruta) mostraron diferencias significativas, con valores de 3,08% y 4,07% para las harinas logradas mediante el liofilizador y el deshidratador, respectivamente; de 3,47% y 3,68% para las harinas producidas a partir del fruto crudo y del fruto cocido, individualmente; y de 2,16% y 4,99% para las elaboradas a partir de la pulpa y de la cáscara, correspondientemente. Un mayor contenido de fibra en los alimentos se relaciona directamente con el normal funcionamiento del tracto digestivo [43]. De tal manera, en el presente estudio, las harinas con mayor porcentaje de fibras fueron la DB1K y la DA1K, con 6,53% y 6,06%, respectivamente. Los porcentajes de fibra encontrados en bibliografía difieren mucho entre ellos, pues [17] muestra valores entre 10,34% a 16,56% para la harina obtenida de cáscara, mientras que [28] expone valores de 4,94%, incluso cuando estas harinas fueron elaboradas en el Valle del Cauca, en Colombia. Así mismo, [31] muestra el valor de 10,00% para harina de pulpa de frutos de Costa Rica, mientras que [27] presenta el valor de 1,34% para este tipo de harina elaborada en Ecuador y [24] expone el valor de 0,08% para este tipo de harina producida en Brasil.

9.2.5 Proteínas

La cantidad total de proteínas se vio influenciada por los cuatro factores, siendo que las harinas obtenidas mediante el deshidratador (5,50%) mostraron mayor porcentaje de proteínas comparado con las harinas obtenidas con el liofilizador (4,42%); al igual que las harinas de fruto cocinado (5,29%) comparadas con las de fruto crudo (4,62%); de manera similar, las harinas obtenidas de la pulpa (5,13%) comparadas a las harinas de cáscara (4,79%); asimismo, las harinas producidas con frutos de la comunidad Kilómetro 24 (5,30%) al ser comparadas con las de la comunidad Jondachi (4,61%). Estos valores son similares a los obtenidos mediante el uso de hornos, en diferentes países y con diferentes materias primas (5,00-6,9%) [24,27,31].

9.2.6 Carbohidratos

La última propiedad bromatológica determinada fue la cantidad de carbohidratos. Estos representaron la mayor composición de todas las harinas obtenidas, con porcentajes entre 62,20% y 76,31%. Este elevado valor demuestra su elevado valor energético [9,40]; además, probablemente su alto porcentaje se debe al alto contenido de almidón reportado en la chonta [9,24].

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los porcentajes de humedad obtenidos, para todas las harinas, cumplen con los requisitos tanto de la Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) como del CODEX alimentario (CODEX) para diferentes tipos de harinas con diferentes orígenes y diferentes fines (**Tabla 4**). Por otro lado, el porcentaje de cenizas, es sobrepasado por algunas harinas elaboradas debido a la naturaleza del fruto, pero es comparable al porcentaje de cenizas aceptado por el CODEX para la harina de yuca y la harina integral de maíz. Así mismo, la cantidad de grasa de todas las harinas no cumple con el máximo de la NTE ni del CODEX, por lo que sería recomendable un proceso de extracción o prensado antes del procesamiento de los frutos, para así disminuir su porcentaje y cumplir las normativas.

Respecto al valor del porcentaje máximo de fibras, la INEN no determina un valor para las harinas de origen vegetal, mientras que el CODEX lo hace sólo para ciertas harinas, como para la harina de sorgo y la de yuca, con valores máximos de 1,8% y 2,0%. En el presente estudio, las harinas que mostraron menor cantidad de fibras fueron la LB2K, LB2J y DA2J, con valores de 1,50%, 1,69% y 1,79%, respectivamente; mientras que las que mostraron mayor cantidad fueron la DB1K, con 6,53%, y la DA1K, con 6,06%. Por otro lado, el valor máximo de cantidad de proteínas obtenido en el presente estudio fue el de las harinas DB2K, LB2K y DA1K, con valores de 6,65%, 6,38% y 6,36%; sin embargo, la cantidad mínima que la INEN acepta para harinas es de 9,0%, mientras que el CODEX acepta un valor mínimo de 7,0%, de manera que ninguna de las harinas obtenidas en el presente estudio cumple con la INEN ni con el CODEX, por lo que sería necesario aumentar la concentración de proteínas de las harinas, quizás haciendo una mezcla con otra harina vegetal libre de gluten. Respecto a los carbohidratos, las harinas con una mayor cantidad de éstos serían las más apropiadas para generar productos como panes, cremas, entre otros [9,40].

En esta investigación se logró establecer que todas las harinas cumplieron con la especificación de humedad, tanto para la INEN como para el CODEX. Así mismo, con un valor máximo de 2,0% y de 2,1%, para la INEN de harina de trigo integral y el CODEX de harina y sémola de trigo duro, todas las harinas cumplen con la especificación de cenizas. No obstante, ninguna de las harinas cumplió con la especificación del porcentaje máximo y mínimo de grasas y proteínas, respectivamente, tanto para la INEN como para el CODEX, por lo que se las debe tratar para que cumplan con las normativas antes de ser comercializadas. Por los resultados obtenidos, se recomienda el uso del deshidratador, con la cocción del fruto para posterior prensar los frutos y disminuir la cantidad de grasas, y realizar la posterior molienda antes de ser cernido y empacado al vacío.

Este protocolo asegurará el cumplimiento de la normativa nacional y puede ser replicado por las comunidades kichwas amazónicas del Ecuador y ser comercializado para reemplazar las harinas comerciales por una harina libre de gluten. A su vez, se recomienda tomar de base otras investigaciones para realizar mezclas de harina comercial con porcentajes variables de harina de chonta en la actividad panadera, esto reduciría costos y aumentaría el poder nutricional de los productos.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soria J. El "chontaduro" (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae) especie promisoría de usos múltiples. 2a ed. En: Ríos M, Pedersen HB, editores. Las plantas y el hombre: memorias del primer Simposio Ecuatoriano de etnobotánica y botánica económica. 2a ed. Quito: Herbario QCA-PUCE : Abya-Yala; 1994. pp. 313–321.
2. Mora-Urpí J, Weber JC, Clement CR. Peach palm *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting. IPGRI. Rome, Italy: IPK y IPGRI; 1997.
3. Hernández-Ugalde JA, Mora-Urpí J, Rocha OJ. Genetic relationships among wild and cultivated populations of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae): Evidence for multiple independent domestication events. *Genet Resour Crop Evol.* 2011;58: 571–583. doi:10.1007/s10722-010-9600-6
4. Erazo Y, García J. CHONTADURO, *Bactris gasipaes*. 1a ed. En: Rojas S, editor. ESPECIES PROMISORIAS DE LA AMAZONÍA: Conservación, manejo y utilización del germoplasma. 1a ed. Caquetá: Corpoica y Colciencias-BID; 2001. pp. 91–103.
5. Macía MJ, Armesilla PJ, Cámara-Leret R, Paniagua-Zambrana N, Villalba S, Balslev H, et al. Palm Uses in Northwestern South America: A Quantitative Review. *Bot Rev.* 2011;77: 462–570. doi:10.1007/s12229-011-9086-8
6. Balslev H, Grandez C, Zambrana NYP, Møller AL, Hansen SL. Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, amazonía peruana. *Rev Peru Biol.* 2008;15: 121–132. doi:10.15381/rpb.v15i3.3343
7. Macía MJ. Multiplicity in palm uses by the Huaorani of Amazonian Ecuador. *Bot J Linn Soc.* 2004;144: 149–159. doi:10.1111/j.1095-8339.2003.00248.x
8. Moraes M. Palmeras útiles de Bolivia: Las especies mayormente aprovechadas para diferentes fines y aplicaciones. 1a ed. Moraes M, editor. La Paz: Herbario Nacional de Bolivia - Universidad Mayor de San Andrés; 2014.
9. Bezerra C, Meller L. Pupunha (*Bactris gasipaes*): General and Consumption Aspects. 1a ed. En: Kristbergsson K, Oliveira J, editores. Traditional Foods: General and Consumer Aspects. 1a ed. New York: Springer Science+Business Media; 2016. pp. 399–405. doi:10.1007/978-1-4899-7648-2
10. Hernández J, Mora J, Rocha O. Diversidad genética y relaciones de parentesco de las poblaciones silvestres y cultivadas de pejibaye (*Bactris gasipaes*, Palmae), utilizando marcadores microsatelitales. *Rev Biol Trop.* 2008;56: 217–245. Recuperado: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=en
11. Villena W. Obtención de una bebida instantánea a base de harina extruida de chontaduro (*Bactris gasipaes*). Universidad Estatal Amazónica. 2015.
12. Córdova M, Terán W. Aprovechamiento del mesocarpio del chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K) para elaboración de harina, bebida y yogurt. Universidad de Guayaquil. 2014.
13. Andrade J, Pantoja L, Maeda R. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Ciência e Tecnol Aliment.* 2003;23: 34–38. doi:10.1590/s0101-20612003000400007
14. Sotero V, García D, Lessi E. Bebida Fermentada a Partir De Pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) Parámetros y Evaluación. *Folia Amaz.* 1996;8: 5–18. doi:https://doi.org/10.24841/fa.v8i1.277

15. Aguiar J. Utilización del chontaduro *Bactris gasipaes* para la elaboración de mermelada en la ciudad de Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015. Recuperado: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10796/1/84T00445.pdf>
16. Bolanho BC, Danesi EDG, Belía A del P. Characterization of flours made from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products as a new food ingredient. *J Food Nutr Res.* 2014;53: 51–59.
17. Martínez-Girón J, Osorio C, Ordóñez-Santos LE. Effect of temperature and particle size on physicochemical and techno-functional properties of peach palm peel flour (*Bactris gasipaes*, red and yellow ecotypes). *Food Sci Technol Int.* 2021;0: 1–10. doi:10.1177/10820132211025133
18. De Oliveira M, Martinez-Flores H, De Andrade J, Garnica-Romo MG, Chang Y. Use of pejobaye flour (*Bactris gasipaes* Kunth) in the production of food pastas. *Int J Food Sci Technol.* 2006;41: 933–937. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01145.x
19. Silva V. Panetone elaborado com farinhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e de banana (*Musa sapientum*). Universidade Federal do Amazonas. 2015.
20. Oliveira A, Marinho H. Desenvolvimento de panetone à base de farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Alim Nutr Araraquara.* 2010;21: 595–605.
21. Rojas-Garbanzo C, Pérez AM, Vaillant F, Pineda-Castro ML. Physicochemical and antioxidant composition of fresh peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) fruits in Costa Rica. *Brazilian J Food Technol.* 2016;19: 1–9. doi:10.1590/1981-6723.9715
22. Ordóñez-Santos LE, Martínez-Girón J, Figueroa-Molano AM. Effect of the addition of peach palm (*Bactris gasipaes*) peel flour on the color and sensory properties of wheat bread. *Food Sci Technol.* 2017;37: 418–424. doi:10.1590/1678-457x.14916
23. Santos I, Schmiele M, Aguiar J, Steel C, Silva E, Souza F das C do A. Evaluation of extruded corn breakfast cereal enriched with whole peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth) flour. *Food Sci Technol.* 2020;40: 458–464. doi:10.1590/fst.04019
24. Silva Ribeiro G, Conceição Monteiro MK, Rodrigues do Carmo J, da Silva Pena R, Campos Chisté R. Peach palm flour: production, hygroscopic behaviour and application in cookies. *Heliyon.* 2021;7: 1–8. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07062
25. Bayas A. Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejobaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE), en la industria Agrícola Exportadora C.A INAEXPO. Universidad Técnica de Ambato. 2010. Recuperado: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/13279/1/FCHE-EBS-1519.pdf%0Ahttp://es.slideshare.net/Andysebas1/domotica-42887798>
26. Godoy P, Motta E, Forero C, Diaz B, Luna G. Estandarización de harina de chontaduro para fortalecer su cadena productiva en el departamento del Cauca. *Fac Cienc Agropecu.* 2006;4: 105–111.
27. Escobar J, Asanza M, Gonzalez J. Caracterización físico-química de harinas de especies vegetales para la agroindustria ecuatoriana. *Rev Amaz Cienc y Technol.* 2016;5: 159–168.
28. Martínez-Girón J, Rodríguez-Rodríguez X, Pinzón-Zárate LX, Ordóñez-Santos LE. Caracterización físico-química de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, *Arecaceae*) obtenida por secado convectivo. *Corpoica Cienc y Technol Agropecu.* 2017;18: 599–613. doi:10.21930/rcta.vol18_num3_art:747
29. Torres-Vargas OL, Luzardo-Ocampo I, Hernandez-Becerra E, Rodríguez-García ME. Physicochemical Characterization of Unripe and Ripe Chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) Fruit Flours and Starches. *Starch/Staerke.* 2021;73: 1–7. doi:10.1002/star.202000242

30. Rojas-Garbanzo C, Pérez AM, Bustos-Carmona J, Vaillant F. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour. *Food Res Int*. 2011;44: 2377–2384. doi:10.1016/j.foodres.2011.02.045
31. Rojas-Garbanzo C, Pérez AM, Castro MLP, Vaillant F. Major physicochemical and antioxidant changes during peach-palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour processing. *Fruits*. 2012;67: 415–427. doi:10.1051/fruits/2012035
32. Quispe Ramos D. Fundamentos de Bromatología. *Rev Actual Clin*. 2014;41: 2128–2132.
33. Gutiérrez J. Ciencia bromatológica: Principios generales de los alimentos. 1a ed. España: Díaz de Santos; 2000.
34. Valencia GA, Freitas Moraes IC, Lourenco RV, Quinta Barbosa Bittante AM, Do Amaral Sobral PJ. Physicochemical, morphological, and functional properties of flour and starch from peach palm (*Bactris gasipaes* K.) fruit. *Starch/Staerke*. 2015;67: 163–173. doi:10.1002/star.201400097
35. Vargas Avila G, Arguelles Cárdenas J. Clasificación y Caracterización Veinte Razas Palma Chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) de Acuerdo con las Propiedades Físico- Químicas y Bromatológicas del Fruto. 1a ed. Naranjo C, editor. San José de Guaviare: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Ministerio del Medio Ambiente, PLANTE, Gobernación de Guaviare; 2000.
36. Martínez-Girón J, Figueroa-Molano AM, Ordóñez-Santos LE. Effect of the addition of peach palm (*Bactris gasipaes*) peel flour on the color and sensory properties of cakes. *Food Sci Technol*. 2017;37: 418–424. doi:10.1590/1678-457x.14916
37. Ferreira C, Pena R. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). *Ciênc Tecnol Aliment*. 2003;23: 251–255. doi:10.1590/s0101-20612003000200025
38. Mosquera Perea DE. Evaluación de la calidad de pellets extruidos elaborados con materias primas no convencionales para la alimentación de cerdos. Universidad Nacional de Colombia. 2014.
39. Malo N, Mejía M, Vinueza B. Situación de la desnutrición Crónica en niños y niñas de servicios de desarrollo infantil integral. Quito; 2015. Recuperado: https://info.inclusion.gob.ec/phocadownloadpap/investigaciones/desarrollo_infantil_integral/situacion_de_la_desnutricion_cronica_en_ninos_y_ninas_de_los_servicios_de_desarrollo_infantil_integral.pdf
40. Yuyama L, Aguiar J, Yuyama K, Clement C, Macedo S, Fávaro D, et al. Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in Central Amazonia, Brazil. *Int J Food Sci Nutr*. 2003;54: 49–56. doi:10.1080/096374803/000061994
41. Ly HL, Tran TMC, Tran TTT, Ton NMN, Le VVM. Application of ultrasound to protein extraction from defatted rice bran. *Int Food Res J*. 2018;25: 695–701.
42. Gornall AG, Bardawill CJ, David M. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J Biol Chem*. 1949;177: 751–766. doi:10.1016/s0021-9258(18)57021-6
43. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015. Harina de trigos. Requisitos. Norma Tec Ecuatoriana. 2015.
44. Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. CODEX ALIMENTARIUS: Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales. 1a ed. Roma: FAO/OMS; 2007. Recuperado: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1392s/a1392s00.pdf>

12 ANEXO

A continuación, se muestran los resultados del ANOVA obtenido mediante el software InfoStat:

12.1 Humedad

Análisis de la varianza

H

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| H | 48 | 0,96 | 0,93 | 4,53 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| | F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------------------|------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | | 73,01 | 15 | 4,87 | 45,59 | <0,0001 |
| Fact A | | 4,14 | 1 | 4,14 | 38,74 | <0,0001 |
| Fact B | | 2,00 | 1 | 2,00 | 18,70 | 0,0001 |
| Fact C | | 2,78 | 1 | 2,78 | 26,03 | <0,0001 |
| Fact D | | 0,16 | 1 | 0,16 | 1,52 | 0,2268 |
| Fact A*Fact B | | 0,17 | 1 | 0,17 | 1,56 | 0,2203 |
| Fact A*Fact C | | 12,97 | 1 | 12,97 | 121,46 | <0,0001 |
| Fact A*Fact D | | 5,01 | 1 | 5,01 | 46,94 | <0,0001 |
| Fact B*Fact C | | 2,68 | 1 | 2,68 | 25,14 | <0,0001 |
| Fact B*Fact D | | 0,37 | 1 | 0,37 | 3,46 | 0,0721 |
| Fact C*Fact D | | 27,53 | 1 | 27,53 | 257,82 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C | | 1,50 | 1 | 1,50 | 14,06 | 0,0007 |
| Fact A*Fact B*Fact D | | 1,34 | 1 | 1,34 | 12,52 | 0,0013 |
| Fact A*Fact C*Fact D | | 5,09 | 1 | 5,09 | 47,67 | <0,0001 |
| Fact B*Fact C*Fact D | | 6,85 | 1 | 6,85 | 64,14 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C*Fact .. | | 0,44 | 1 | 0,44 | 4,08 | 0,0520 |
| Error | | 3,42 | 32 | 0,11 | | |
| Total | | 76,43 | 47 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19214

Error: 0,1068 gl: 32

Fact A Medias n E.E.

D 6,91 24 0,07 A

L 7,50 24 0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19214

Error: 0,1068 gl: 32

Fact B Medias n E.E.

A 7,00 24 0,07 A

B 7,41 24 0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19214

Error: 0,1068 gl: 32

Fact C Medias n E.E.

2 6,97 24 0,07 A

1 7,45 24 0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19214

Error: 0,1068 gl: 32

Fact D Medias n E.E.

K 7,15 24 0,07 A

J 7,26 24 0,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36142

Error: 0,1068 gl: 32

Fact A Fact B Medias n E.E.

D A 6,77 12 0,09 A

D B 7,06 12 0,09 A B

L A 7,24 12 0,09 B

L B 7,76 12 0,09 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36142

Error: 0,1068 gl: 32

Fact A Fact C Medias n E.E.

D 1 6,63 12 0,09 A

L 2 6,74 12 0,09 A

D 2 7,19 12 0,09 B

L 1 8,26 12 0,09 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36142

Error: 0,1068 gl: 32

Fact A Fact D Medias n E.E.

D J 6,65 12 0,09 A

L K 7,12 12 0,09 B

D K 7,18 12 0,09 B

L J 7,88 12 0,09 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36142

Error: 0,1068 gl: 32

Fact B Fact C Medias n E.E.

A 2 6,53 12 0,09 A

B 2 7,41 12 0,09 B

B 1 7,41 12 0,09 B

A 1 7,48 12 0,09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36142

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|-----|
| A | J | 6,97 | 12 | 0,09 | A |
| A | K | 7,03 | 12 | 0,09 | A |
| B | K | 7,26 | 12 | 0,09 | A B |
| B | J | 7,56 | 12 | 0,09 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36142

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| 2 | K | 6,15 | 12 | 0,09 | A |
| 1 | J | 6,75 | 12 | 0,09 | B |
| 2 | J | 7,78 | 12 | 0,09 | C |
| 1 | K | 8,15 | 12 | 0,09 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61111

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | B | 1 | 6,37 | 6 | 0,13 | A |
| L | A | 2 | 6,42 | 6 | 0,13 | A |
| D | A | 2 | 6,63 | 6 | 0,13 | A B |
| D | A | 1 | 6,90 | 6 | 0,13 | A B |
| L | B | 2 | 7,06 | 6 | 0,13 | B |
| D | B | 2 | 7,75 | 6 | 0,13 | C |
| L | A | 1 | 8,06 | 6 | 0,13 | C D |
| L | B | 1 | 8,46 | 6 | 0,13 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61111

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | A | J | 6,58 | 6 | 0,13 | A |
| D | B | J | 6,71 | 6 | 0,13 | A |
| D | A | K | 6,95 | 6 | 0,13 | A B |
| L | A | K | 7,11 | 6 | 0,13 | A B |
| L | B | K | 7,13 | 6 | 0,13 | A B |
| L | A | J | 7,36 | 6 | 0,13 | B |
| D | B | K | 7,40 | 6 | 0,13 | B |
| L | B | J | 8,40 | 6 | 0,13 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61111

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact A | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| L | 2 | K | 5,28 | 6 | 0,13 | A |
| D | 1 | J | 5,94 | 6 | 0,13 | B |
| D | 2 | K | 7,03 | 6 | 0,13 | C |
| D | 1 | K | 7,33 | 6 | 0,13 | C |
| D | 2 | J | 7,36 | 6 | 0,13 | C |
| L | 1 | J | 7,56 | 6 | 0,13 | C |
| L | 2 | J | 8,20 | 6 | 0,13 | D |
| L | 1 | K | 8,96 | 6 | 0,13 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61111

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| B | 2 | K | 6,13 | 6 | 0,13 | A |
| A | 2 | K | 6,18 | 6 | 0,13 | A |
| B | 1 | J | 6,43 | 6 | 0,13 | A B |
| A | 2 | J | 6,88 | 6 | 0,13 | B C |
| A | 1 | J | 7,07 | 6 | 0,13 | C |
| A | 1 | K | 7,89 | 6 | 0,13 | D |
| B | 1 | K | 8,40 | 6 | 0,13 | D E |
| B | 2 | J | 8,69 | 6 | 0,13 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,98931

Error: 0,1068 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|------|-------|
| L | B | 2 | K | 4,87 | 3 | 0,19 | A |
| D | B | 1 | J | 5,31 | 3 | 0,19 | A |
| L | A | 2 | K | 5,68 | 3 | 0,19 | A B |
| D | A | 1 | J | 6,57 | 3 | 0,19 | B C |
| D | A | 2 | J | 6,60 | 3 | 0,19 | B C D |
| D | A | 2 | K | 6,67 | 3 | 0,19 | C D |
| L | A | 2 | J | 7,15 | 3 | 0,19 | C D E |
| D | A | 1 | K | 7,24 | 3 | 0,19 | C D E |
| D | B | 2 | K | 7,38 | 3 | 0,19 | C D E |
| D | B | 1 | K | 7,42 | 3 | 0,19 | C D E |
| L | B | 1 | J | 7,54 | 3 | 0,19 | C D E |
| L | A | 1 | J | 7,57 | 3 | 0,19 | D E F |
| D | B | 2 | J | 8,12 | 3 | 0,19 | E F |
| L | A | 1 | K | 8,54 | 3 | 0,19 | F G |
| L | B | 2 | J | 9,25 | 3 | 0,19 | G |
| L | B | 1 | K | 9,38 | 3 | 0,19 | G |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.2 Cenizas

C

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| C | 48 | 0,97 | 0,95 | 5,10 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------------------|---------|----|---------|---------|---------|
| Modelo | 4,54 | 15 | 0,30 | 67,12 | <0,0001 |
| Fact A | 0,03 | 1 | 0,03 | 6,33 | 0,0171 |
| Fact B | 0,95 | 1 | 0,95 | 211,80 | <0,0001 |
| Fact C | 2,02 | 1 | 2,02 | 448,35 | <0,0001 |
| Fact D | 0,01 | 1 | 0,01 | 1,95 | 0,1719 |
| Fact A*Fact B | 0,13 | 1 | 0,13 | 27,74 | <0,0001 |
| Fact A*Fact C | 2,6E-03 | 1 | 2,6E-03 | 0,57 | 0,4573 |
| Fact A*Fact D | 0,01 | 1 | 0,01 | 2,74 | 0,1077 |
| Fact B*Fact C | 0,63 | 1 | 0,63 | 139,28 | <0,0001 |
| Fact B*Fact D | 0,19 | 1 | 0,19 | 41,31 | <0,0001 |
| Fact C*Fact D | 0,48 | 1 | 0,48 | 106,03 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C | 2,1E-06 | 1 | 2,1E-06 | 4,6E-04 | 0,9830 |
| Fact A*Fact B*Fact D | 0,03 | 1 | 0,03 | 5,90 | 0,0209 |
| Fact A*Fact C*Fact D | 0,04 | 1 | 0,04 | 9,45 | 0,0043 |
| Fact B*Fact C*Fact D | 0,01 | 1 | 0,01 | 2,33 | 0,1368 |
| Fact A*Fact B*Fact C*Fact .. | 0,01 | 1 | 0,01 | 3,03 | 0,0913 |
| Error | 0,14 | 32 | 4,5E-03 | | |
| Total | 4,68 | 47 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03948

Error: 0,0045 gl: 32

Fact A Medias n E.E.

L 1,29 24 0,01 A

D 1,34 24 0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03948

Error: 0,0045 gl: 32

Fact B Medias n E.E.

B 1,18 24 0,01 A

A 1,46 24 0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03948

Error: 0,0045 gl: 32

Fact C Medias n E.E.

2 1,11 24 0,01 A

1 1,52 24 0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03948

Error: 0,0045 gl: 32

Fact D Medias n E.E.

K 1,30 24 0,01 A

J 1,33 24 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07427

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact B | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| D | B | 1,15 | 12 | 0,02 | A |
| L | B | 1,20 | 12 | 0,02 | A |
| L | A | 1,38 | 12 | 0,02 | B |
| D | A | 1,53 | 12 | 0,02 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07427

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| L | 2 | 1,08 | 12 | 0,02 | A |
| D | 2 | 1,14 | 12 | 0,02 | A |
| L | 1 | 1,51 | 12 | 0,02 | B |
| D | 1 | 1,54 | 12 | 0,02 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07427

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|-----|
| L | J | 1,29 | 12 | 0,02 | A |
| L | K | 1,30 | 12 | 0,02 | A |
| D | K | 1,31 | 12 | 0,02 | A B |
| D | J | 1,37 | 12 | 0,02 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07427

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| B | 2 | 1,09 | 12 | 0,02 | A |
| A | 2 | 1,14 | 12 | 0,02 | A |
| B | 1 | 1,27 | 12 | 0,02 | B |
| A | 1 | 1,78 | 12 | 0,02 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07427

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| B | K | 1,10 | 12 | 0,02 | A |
| B | J | 1,25 | 12 | 0,02 | B |
| A | J | 1,41 | 12 | 0,02 | C |
| A | K | 1,51 | 12 | 0,02 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07427

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| 2 | K | 1,00 | 12 | 0,02 | A |
| 2 | J | 1,23 | 12 | 0,02 | B |
| 1 | J | 1,44 | 12 | 0,02 | C |
| 1 | K | 1,61 | 12 | 0,02 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12557

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| L | A | 2 | 1,06 | 6 | 0,03 | A |
| D | B | 2 | 1,07 | 6 | 0,03 | A |
| L | B | 2 | 1,11 | 6 | 0,03 | A B |
| D | A | 2 | 1,22 | 6 | 0,03 | B C |
| D | B | 1 | 1,23 | 6 | 0,03 | C |
| L | B | 1 | 1,30 | 6 | 0,03 | C |
| L | A | 1 | 1,71 | 6 | 0,03 | D |
| D | A | 1 | 1,85 | 6 | 0,03 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12557

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | B | K | 1,08 | 6 | 0,03 | A |
| L | B | K | 1,12 | 6 | 0,03 | A B |
| D | B | J | 1,22 | 6 | 0,03 | B C |
| L | B | J | 1,29 | 6 | 0,03 | C |
| L | A | J | 1,30 | 6 | 0,03 | C |
| L | A | K | 1,47 | 6 | 0,03 | D |
| D | A | J | 1,53 | 6 | 0,03 | D |
| D | A | K | 1,54 | 6 | 0,03 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12557

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| D | 2 | K | 0,99 | 6 | 0,03 | A |
| L | 2 | K | 1,01 | 6 | 0,03 | A |
| L | 2 | J | 1,15 | 6 | 0,03 | B |
| D | 2 | J | 1,30 | 6 | 0,03 | C |
| L | 1 | J | 1,43 | 6 | 0,03 | D |
| D | 1 | J | 1,44 | 6 | 0,03 | D |
| L | 1 | K | 1,58 | 6 | 0,03 | E |
| D | 1 | K | 1,64 | 6 | 0,03 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12557

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| B | 2 | K | 0,93 | 6 | 0,03 | A |
| A | 2 | K | 1,07 | 6 | 0,03 | B |
| A | 2 | J | 1,21 | 6 | 0,03 | C |
| B | 2 | J | 1,25 | 6 | 0,03 | C |
| B | 1 | J | 1,26 | 6 | 0,03 | C |
| B | 1 | K | 1,28 | 6 | 0,03 | C |
| A | 1 | J | 1,62 | 6 | 0,03 | D |
| A | 1 | K | 1,94 | 6 | 0,03 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20329

Error: 0,0045 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|----------------|
| D | B | 2 | K | 0,87 | 3 | 0,04 A |
| L | B | 2 | K | 0,98 | 3 | 0,04 A B |
| L | A | 2 | K | 1,04 | 3 | 0,04 A B C |
| L | A | 2 | J | 1,07 | 3 | 0,04 B C D |
| D | A | 2 | K | 1,10 | 3 | 0,04 B C D E |
| D | B | 1 | J | 1,17 | 3 | 0,04 B C D E F |
| L | B | 2 | J | 1,23 | 3 | 0,04 C D E F |
| L | B | 1 | K | 1,26 | 3 | 0,04 D E F |
| D | B | 2 | J | 1,27 | 3 | 0,04 D E F |
| D | B | 1 | K | 1,30 | 3 | 0,04 E F |
| D | A | 2 | J | 1,34 | 3 | 0,04 F G |
| L | B | 1 | J | 1,35 | 3 | 0,04 F G |
| L | A | 1 | J | 1,52 | 3 | 0,04 G H |
| D | A | 1 | J | 1,71 | 3 | 0,04 H I |
| L | A | 1 | K | 1,90 | 3 | 0,04 I J |
| D | A | 1 | K | 1,98 | 3 | 0,04 J |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.3 Grasas

G

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| G | 48 | 0,99 | 0,99 | 2,33 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------------------|--------|----|--------|---------|---------|
| Modelo | 443,06 | 15 | 29,54 | 302,12 | <0,0001 |
| Fact A | 0,07 | 1 | 0,07 | 0,71 | 0,4071 |
| Fact B | 50,55 | 1 | 50,55 | 517,08 | <0,0001 |
| Fact C | 5,94 | 1 | 5,94 | 60,72 | <0,0001 |
| Fact D | 336,76 | 1 | 336,76 | 3444,55 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B | 4,44 | 1 | 4,44 | 45,42 | <0,0001 |
| Fact A*Fact C | 0,56 | 1 | 0,56 | 5,72 | 0,0228 |
| Fact A*Fact D | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,14 | 0,7143 |
| Fact B*Fact C | 0,21 | 1 | 0,21 | 2,15 | 0,1519 |
| Fact B*Fact D | 26,76 | 1 | 26,76 | 273,72 | <0,0001 |
| Fact C*Fact D | 1,29 | 1 | 1,29 | 13,16 | 0,0010 |
| Fact A*Fact B*Fact C | 1,67 | 1 | 1,67 | 17,11 | 0,0002 |
| Fact A*Fact B*Fact D | 5,19 | 1 | 5,19 | 53,06 | <0,0001 |
| Fact A*Fact C*Fact D | 1,58 | 1 | 1,58 | 16,20 | 0,0003 |
| Fact B*Fact C*Fact D | 4,20 | 1 | 4,20 | 42,97 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C*Fact .. | 3,82 | 1 | 3,82 | 39,07 | <0,0001 |
| Error | 3,13 | 32 | 0,10 | | |
| Total | 446,18 | 47 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18386

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact A | Medias | n | E.E. |
|--------|--------|----|--------|
| D | 13,40 | 24 | 0,06 A |
| L | 13,47 | 24 | 0,06 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18386

Error: 0,0978 gl: 32

Fact B Medias n E.E.

B 12,41 24 0,06 A

A 14,46 24 0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18386

Error: 0,0978 gl: 32

Fact C Medias n E.E.

2 13,09 24 0,06 A

1 13,79 24 0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18386

Error: 0,0978 gl: 32

Fact D Medias n E.E.

K 10,79 24 0,06 A

J 16,09 24 0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34585

Error: 0,0978 gl: 32

Fact A Fact B Medias n E.E.

D B 12,07 12 0,09 A

L B 12,75 12 0,09 B

L A 14,20 12 0,09 C

D A 14,73 12 0,09 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34585

Error: 0,0978 gl: 32

Fact A Fact C Medias n E.E.

L 2 13,02 12 0,09 A

D 2 13,16 12 0,09 A

D 1 13,64 12 0,09 B

L 1 13,93 12 0,09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34585

Error: 0,0978 gl: 32

Fact A Fact D Medias n E.E.

D K 10,73 12 0,09 A

L K 10,84 12 0,09 A

D J 16,06 12 0,09 B

L J 16,11 12 0,09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34585

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| B | 2 | 11,99 | 12 | 0,09 | A |
| B | 1 | 12,83 | 12 | 0,09 | B |
| A | 2 | 14,18 | 12 | 0,09 | C |
| A | 1 | 14,75 | 12 | 0,09 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34585

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| B | K | 10,51 | 12 | 0,09 | A |
| A | K | 11,07 | 12 | 0,09 | B |
| B | J | 14,31 | 12 | 0,09 | C |
| A | J | 17,86 | 12 | 0,09 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34585

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| 2 | K | 10,60 | 12 | 0,09 | A |
| 1 | K | 10,98 | 12 | 0,09 | B |
| 2 | J | 15,57 | 12 | 0,09 | C |
| 1 | J | 16,60 | 12 | 0,09 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58477

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | B | 2 | 11,57 | 6 | 0,13 | A |
| L | B | 2 | 12,41 | 6 | 0,13 | B |
| D | B | 1 | 12,57 | 6 | 0,13 | B C |
| L | B | 1 | 13,09 | 6 | 0,13 | C D |
| L | A | 2 | 13,62 | 6 | 0,13 | D |
| D | A | 1 | 14,72 | 6 | 0,13 | E |
| D | A | 2 | 14,74 | 6 | 0,13 | E |
| L | A | 1 | 14,78 | 6 | 0,13 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58477

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | B | K | 10,48 | 6 | 0,13 | A |
| L | B | K | 10,54 | 6 | 0,13 | A |
| D | A | K | 10,99 | 6 | 0,13 | A B |
| L | A | K | 11,15 | 6 | 0,13 | B |
| D | B | J | 13,66 | 6 | 0,13 | C |
| L | B | J | 14,97 | 6 | 0,13 | D |
| L | A | J | 17,25 | 6 | 0,13 | E |
| D | A | J | 18,47 | 6 | 0,13 | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58477

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact A | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | 2 | K | 10,47 | 6 | 0,13 | A |
| L | 2 | K | 10,73 | 6 | 0,13 | A |
| L | 1 | K | 10,96 | 6 | 0,13 | A |
| D | 1 | K | 11,00 | 6 | 0,13 | A |
| L | 2 | J | 15,30 | 6 | 0,13 | B |
| D | 2 | J | 15,84 | 6 | 0,13 | B C |
| D | 1 | J | 16,29 | 6 | 0,13 | C |
| L | 1 | J | 16,91 | 6 | 0,13 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58477

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| B | 2 | K | 9,96 | 6 | 0,13 | A |
| A | 1 | K | 10,89 | 6 | 0,13 | B |
| B | 1 | K | 11,06 | 6 | 0,13 | B |
| A | 2 | K | 11,24 | 6 | 0,13 | B |
| B | 2 | J | 14,03 | 6 | 0,13 | C |
| B | 1 | J | 14,60 | 6 | 0,13 | C |
| A | 2 | J | 17,11 | 6 | 0,13 | D |
| A | 1 | J | 18,60 | 6 | 0,13 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,94667

Error: 0,0978 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | B | 2 | K | 9,95 | 3 | 0,18 | A |
| L | B | 2 | K | 9,97 | 3 | 0,18 | A |
| L | A | 1 | K | 10,80 | 3 | 0,18 | A B |
| D | A | 1 | K | 10,98 | 3 | 0,18 | B |
| D | A | 2 | K | 10,99 | 3 | 0,18 | B |
| D | B | 1 | K | 11,01 | 3 | 0,18 | B |
| L | B | 1 | K | 11,11 | 3 | 0,18 | B |
| L | A | 2 | K | 11,49 | 3 | 0,18 | B |
| D | B | 2 | J | 13,19 | 3 | 0,18 | C |
| D | B | 1 | J | 14,12 | 3 | 0,18 | C D |
| L | B | 2 | J | 14,86 | 3 | 0,18 | D E |
| L | B | 1 | J | 15,07 | 3 | 0,18 | E |
| L | A | 2 | J | 15,74 | 3 | 0,18 | E |
| D | A | 1 | J | 18,46 | 3 | 0,18 | F |
| D | A | 2 | J | 18,48 | 3 | 0,18 | F |
| L | A | 1 | J | 18,75 | 3 | 0,18 | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.4 Fibras

F

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| F | 48 | 0,98 | 0,97 | 7,83 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------------------|--------|----|-------|---------|---------|
| Modelo | 131,54 | 15 | 8,77 | 111,96 | <0,0001 |
| Fact A | 11,88 | 1 | 11,88 | 151,68 | <0,0001 |
| Fact B | 0,53 | 1 | 0,53 | 6,70 | 0,0144 |
| Fact C | 96,33 | 1 | 96,33 | 1229,89 | <0,0001 |
| Fact D | 0,14 | 1 | 0,14 | 1,77 | 0,1927 |
| Fact A*Fact B | 0,26 | 1 | 0,26 | 3,30 | 0,0788 |
| Fact A*Fact C | 7,76 | 1 | 7,76 | 99,07 | <0,0001 |
| Fact A*Fact D | 3,76 | 1 | 3,76 | 48,04 | <0,0001 |
| Fact B*Fact C | 2,29 | 1 | 2,29 | 29,21 | <0,0001 |
| Fact B*Fact D | 0,85 | 1 | 0,85 | 10,83 | 0,0024 |
| Fact C*Fact D | 0,35 | 1 | 0,35 | 4,43 | 0,0433 |
| Fact A*Fact B*Fact C | 3,86 | 1 | 3,86 | 49,34 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact D | 0,14 | 1 | 0,14 | 1,74 | 0,1961 |
| Fact A*Fact C*Fact D | 1,21 | 1 | 1,21 | 15,44 | 0,0004 |
| Fact B*Fact C*Fact D | 1,40 | 1 | 1,40 | 17,88 | 0,0002 |
| Fact A*Fact B*Fact C*Fact .. | 0,79 | 1 | 0,79 | 10,03 | 0,0034 |
| Error | 2,51 | 32 | 0,08 | | |
| Total | 134,05 | 47 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16457

Error: 0,0783 gl: 32

Fact A Medias n E.E.

L 3,08 24 0,06 A

D 4,07 24 0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16457

Error: 0,0783 gl: 32

Fact B Medias n E.E.

A 3,47 24 0,06 A

B 3,68 24 0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16457

Error: 0,0783 gl: 32

Fact C Medias n E.E.

2 2,16 24 0,06 A

1 4,99 24 0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16457

Error: 0,0783 gl: 32

Fact D Medias n E.E.

J 3,52 24 0,06 A

K 3,63 24 0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30956

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact B | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| L | A | 3,05 | 12 | 0,08 | A |
| L | B | 3,11 | 12 | 0,08 | A |
| D | A | 3,89 | 12 | 0,08 | B |
| D | B | 4,25 | 12 | 0,08 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30956

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| L | 2 | 2,06 | 12 | 0,08 | A |
| D | 2 | 2,25 | 12 | 0,08 | A |
| L | 1 | 4,09 | 12 | 0,08 | B |
| D | 1 | 5,89 | 12 | 0,08 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30956

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| L | K | 2,85 | 12 | 0,08 | A |
| L | J | 3,30 | 12 | 0,08 | B |
| D | J | 3,74 | 12 | 0,08 | C |
| D | K | 4,41 | 12 | 0,08 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30956

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| B | 2 | 2,04 | 12 | 0,08 | A |
| A | 2 | 2,27 | 12 | 0,08 | A |
| A | 1 | 4,67 | 12 | 0,08 | B |
| B | 1 | 5,31 | 12 | 0,08 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30956

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| A | K | 3,39 | 12 | 0,08 | A |
| B | J | 3,49 | 12 | 0,08 | A |
| A | J | 3,55 | 12 | 0,08 | A |
| B | K | 3,87 | 12 | 0,08 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30956

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| 2 | J | 2,02 | 12 | 0,08 | A |
| 2 | K | 2,30 | 12 | 0,08 | A |
| 1 | K | 4,96 | 12 | 0,08 | B |
| 1 | J | 5,02 | 12 | 0,08 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52342

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| L | B | 2 | 1,59 | 6 | 0,11 | A |
| D | A | 2 | 2,01 | 6 | 0,11 | A B |
| D | B | 2 | 2,50 | 6 | 0,11 | B |
| L | A | 2 | 2,53 | 6 | 0,11 | B |
| L | A | 1 | 3,56 | 6 | 0,11 | C |
| L | B | 1 | 4,63 | 6 | 0,11 | D |
| D | A | 1 | 5,78 | 6 | 0,11 | E |
| D | B | 1 | 6,00 | 6 | 0,11 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52342

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-------|
| L | A | K | 2,63 | 6 | 0,11 | A |
| L | B | K | 3,07 | 6 | 0,11 | A B |
| L | B | J | 3,15 | 6 | 0,11 | A B C |
| L | A | J | 3,46 | 6 | 0,11 | B C D |
| D | A | J | 3,64 | 6 | 0,11 | C D E |
| D | B | J | 3,84 | 6 | 0,11 | D E |
| D | A | K | 4,15 | 6 | 0,11 | E F |
| D | B | K | 4,66 | 6 | 0,11 | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52342

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| D | 2 | J | 1,99 | 6 | 0,11 | A |
| L | 2 | J | 2,05 | 6 | 0,11 | A |
| L | 2 | K | 2,08 | 6 | 0,11 | A |
| D | 2 | K | 2,51 | 6 | 0,11 | A |
| L | 1 | K | 3,62 | 6 | 0,11 | B |
| L | 1 | J | 4,56 | 6 | 0,11 | C |
| D | 1 | J | 5,48 | 6 | 0,11 | D |
| D | 1 | K | 6,30 | 6 | 0,11 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52342

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| B | 2 | J | 1,94 | 6 | 0,11 | A |
| A | 2 | J | 2,10 | 6 | 0,11 | A |
| B | 2 | K | 2,15 | 6 | 0,11 | A |
| A | 2 | K | 2,45 | 6 | 0,11 | A |
| A | 1 | K | 4,33 | 6 | 0,11 | B |
| A | 1 | J | 5,00 | 6 | 0,11 | C |
| B | 1 | J | 5,04 | 6 | 0,11 | C |
| B | 1 | K | 5,59 | 6 | 0,11 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84734

Error: 0,0783 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|------|---------|
| L | B | 2 | K | 1,50 | 3 | 0,16 | A |
| L | B | 2 | J | 1,69 | 3 | 0,16 | A B |
| D | A | 2 | J | 1,79 | 3 | 0,16 | A B C |
| D | B | 2 | J | 2,20 | 3 | 0,16 | A B C D |
| D | A | 2 | K | 2,23 | 3 | 0,16 | A B C D |
| L | A | 2 | J | 2,40 | 3 | 0,16 | B C D |
| L | A | 1 | K | 2,60 | 3 | 0,16 | C D |
| L | A | 2 | K | 2,66 | 3 | 0,16 | D |
| D | B | 2 | K | 2,79 | 3 | 0,16 | D |
| L | A | 1 | J | 4,51 | 3 | 0,16 | E |
| L | B | 1 | J | 4,61 | 3 | 0,16 | E |
| L | B | 1 | K | 4,64 | 3 | 0,16 | E F |
| D | B | 1 | J | 5,47 | 3 | 0,16 | F G |
| D | A | 1 | J | 5,49 | 3 | 0,16 | G |
| D | A | 1 | K | 6,06 | 3 | 0,16 | G H |
| D | B | 1 | K | 6,53 | 3 | 0,16 | H |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.5 Proteínas

P

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| P | 48 | 0,98 | 0,98 | 2,99 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 44,76 | 15 | 2,98 | 135,91 | <0,0001 |
| Fact A | 13,99 | 1 | 13,99 | 637,05 | <0,0001 |
| Fact B | 5,35 | 1 | 5,35 | 243,84 | <0,0001 |
| Fact C | 1,39 | 1 | 1,39 | 63,34 | <0,0001 |
| Fact D | 5,82 | 1 | 5,82 | 264,97 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B | 2,88 | 1 | 2,88 | 131,01 | <0,0001 |
| Fact A*Fact C | 0,73 | 1 | 0,73 | 33,37 | <0,0001 |
| Fact A*Fact D | 0,06 | 1 | 0,06 | 2,71 | 0,1095 |
| Fact B*Fact C | 9,25 | 1 | 9,25 | 421,28 | <0,0001 |
| Fact B*Fact D | 0,93 | 1 | 0,93 | 42,47 | <0,0001 |
| Fact C*Fact D | 0,71 | 1 | 0,71 | 32,25 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C | 1,34 | 1 | 1,34 | 60,88 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact D | 2,26 | 1 | 2,26 | 102,84 | <0,0001 |
| Fact A*Fact C*Fact D | 0,05 | 1 | 0,05 | 2,16 | 0,1511 |
| Fact B*Fact C*Fact D | 2,9E-03 | 1 | 2,9E-03 | 0,13 | 0,7209 |
| Fact A*Fact B*Fact C*Fact .. | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,38 | 0,5437 |
| Error | 0,70 | 32 | 0,02 | | |
| Total | 45,46 | 47 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08713

Error: 0,0220 gl: 32

Fact A Medias n E.E.

L 4,42 24 0,03 A

D 5,50 24 0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08713

Error: 0,0220 gl: 32

Fact B Medias n E.E.

A 4,62 24 0,03 A

B 5,29 24 0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08713

Error: 0,0220 gl: 32

Fact C Medias n E.E.

1 4,79 24 0,03 A

2 5,13 24 0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08713

Error: 0,0220 gl: 32

Fact D Medias n E.E.

J 4,61 24 0,03 A

K 5,30 24 0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16389

Error: 0,0220 gl: 32

Fact A Fact B Medias n E.E.

L A 3,84 12 0,04 A

L B 4,99 12 0,04 B

D A 5,41 12 0,04 C

D B 5,58 12 0,04 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16389

Error: 0,0220 gl: 32

Fact A Fact C Medias n E.E.

L 1 4,12 12 0,04 A

L 2 4,71 12 0,04 B

D 1 5,45 12 0,04 C

D 2 5,54 12 0,04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16389

Error: 0,0220 gl: 32

Fact A Fact D Medias n E.E.

L J 4,10 12 0,04 A

L K 4,73 12 0,04 B

D J 5,11 12 0,04 C

D K 5,88 12 0,04 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16389

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| A | 2 | 4,35 | 12 | 0,04 | A |
| B | 1 | 4,68 | 12 | 0,04 | B |
| A | 1 | 4,89 | 12 | 0,04 | C |
| B | 2 | 5,90 | 12 | 0,04 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16389

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| A | J | 4,41 | 12 | 0,04 | A |
| B | J | 4,80 | 12 | 0,04 | B |
| A | K | 4,83 | 12 | 0,04 | B |
| B | K | 5,78 | 12 | 0,04 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16389

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| 1 | J | 4,56 | 12 | 0,04 | A |
| 2 | J | 4,66 | 12 | 0,04 | A |
| 1 | K | 5,01 | 12 | 0,04 | B |
| 2 | K | 5,60 | 12 | 0,04 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27711

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| L | A | 1 | 3,82 | 6 | 0,06 | A |
| L | A | 2 | 3,86 | 6 | 0,06 | A |
| L | B | 1 | 4,43 | 6 | 0,06 | B |
| D | A | 2 | 4,85 | 6 | 0,06 | C |
| D | B | 1 | 4,93 | 6 | 0,06 | C |
| L | B | 2 | 5,56 | 6 | 0,06 | D |
| D | A | 1 | 5,97 | 6 | 0,06 | E |
| D | B | 2 | 6,24 | 6 | 0,06 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27711

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| L | A | K | 3,79 | 6 | 0,06 | A |
| L | A | J | 3,88 | 6 | 0,06 | A |
| L | B | J | 4,33 | 6 | 0,06 | B |
| D | A | J | 4,95 | 6 | 0,06 | C |
| D | B | J | 5,28 | 6 | 0,06 | D |
| L | B | K | 5,66 | 6 | 0,06 | E |
| D | A | K | 5,87 | 6 | 0,06 | E |
| D | B | K | 5,89 | 6 | 0,06 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27711

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact A | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| L | 1 | J | 3,96 | 6 | 0,06 | A |
| L | 2 | J | 4,24 | 6 | 0,06 | B |
| L | 1 | K | 4,28 | 6 | 0,06 | B |
| D | 2 | J | 5,07 | 6 | 0,06 | C |
| D | 1 | J | 5,16 | 6 | 0,06 | C |
| L | 2 | K | 5,18 | 6 | 0,06 | C |
| D | 1 | K | 5,74 | 6 | 0,06 | D |
| D | 2 | K | 6,02 | 6 | 0,06 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27711

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| A | 2 | J | 4,03 | 6 | 0,06 | A |
| B | 1 | J | 4,32 | 6 | 0,06 | B |
| A | 2 | K | 4,68 | 6 | 0,06 | C |
| A | 1 | J | 4,80 | 6 | 0,06 | C D |
| A | 1 | K | 4,99 | 6 | 0,06 | D |
| B | 1 | K | 5,04 | 6 | 0,06 | D E |
| B | 2 | J | 5,28 | 6 | 0,06 | E |
| B | 2 | K | 6,52 | 6 | 0,06 | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44860

Error: 0,0220 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|------|-------|
| L | A | 1 | K | 3,61 | 3 | 0,09 | A |
| L | A | 2 | J | 3,74 | 3 | 0,09 | A |
| L | B | 1 | J | 3,91 | 3 | 0,09 | A B |
| L | A | 2 | K | 3,97 | 3 | 0,09 | A B |
| L | A | 1 | J | 4,02 | 3 | 0,09 | A B |
| D | A | 2 | J | 4,32 | 3 | 0,09 | B C |
| D | B | 1 | J | 4,74 | 3 | 0,09 | C D |
| L | B | 2 | J | 4,74 | 3 | 0,09 | C D |
| L | B | 1 | K | 4,95 | 3 | 0,09 | D E |
| D | B | 1 | K | 5,13 | 3 | 0,09 | D E F |
| D | A | 2 | K | 5,38 | 3 | 0,09 | E F G |
| D | A | 1 | J | 5,57 | 3 | 0,09 | F G |
| D | B | 2 | J | 5,82 | 3 | 0,09 | G |
| D | A | 1 | K | 6,36 | 3 | 0,09 | H |
| L | B | 2 | K | 6,38 | 3 | 0,09 | H |
| D | B | 2 | K | 6,65 | 3 | 0,09 | H |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.6 Carbohidratos

Cb

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Cb | 48 | 0,98 | 0,97 | 0,92 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| | F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------------------------------|------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | | 648,96 | 15 | 43,26 | 105,73 | <0,0001 |
| Fact A | | 25,54 | 1 | 25,54 | 62,40 | <0,0001 |
| Fact B | | 13,24 | 1 | 13,24 | 32,36 | <0,0001 |
| Fact C | | 200,70 | 1 | 200,70 | 490,46 | <0,0001 |
| Fact D | | 257,85 | 1 | 257,85 | 630,12 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B | | 16,46 | 1 | 16,46 | 40,23 | <0,0001 |
| Fact A*Fact C | | 0,56 | 1 | 0,56 | 1,37 | 0,2502 |
| Fact A*Fact D | | 17,63 | 1 | 17,63 | 43,08 | <0,0001 |
| Fact B*Fact C | | 12,21 | 1 | 12,21 | 29,84 | <0,0001 |
| Fact B*Fact D | | 36,24 | 1 | 36,24 | 88,57 | <0,0001 |
| Fact C*Fact D | | 11,44 | 1 | 11,44 | 27,95 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C | | 9,43 | 1 | 9,43 | 23,03 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact D | | 2,97 | 1 | 2,97 | 7,25 | 0,0112 |
| Fact A*Fact C*Fact D | | 0,28 | 1 | 0,28 | 0,69 | 0,4112 |
| Fact B*Fact C*Fact D | | 32,39 | 1 | 32,39 | 79,15 | <0,0001 |
| Fact A*Fact B*Fact C*Fact .. | | 12,03 | 1 | 12,03 | 29,40 | <0,0001 |
| Error | | 13,09 | 32 | 0,41 | | |
| Total | | 662,05 | 47 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37614

Error: 0,4092 gl: 32

Fact A Medias n E.E.

| | | | | |
|---|-------|----|------|---|
| D | 68,78 | 24 | 0,13 | A |
| L | 70,24 | 24 | 0,13 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37614

Error: 0,4092 gl: 32

Fact B Medias n E.E.

| | | | | |
|---|-------|----|------|---|
| A | 68,98 | 24 | 0,13 | A |
| B | 70,03 | 24 | 0,13 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37614

Error: 0,4092 gl: 32

Fact C Medias n E.E.

| | | | | |
|---|-------|----|------|---|
| 1 | 67,46 | 24 | 0,13 | A |
| 2 | 71,55 | 24 | 0,13 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37614

Error: 0,4092 gl: 32

Fact D Medias n E.E.

| | | | | |
|---|-------|----|------|---|
| J | 67,19 | 24 | 0,13 | A |
| K | 71,83 | 24 | 0,13 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70756

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact B | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| D | A | 67,67 | 12 | 0,18 | A |
| D | B | 69,89 | 12 | 0,18 | B |
| L | B | 70,18 | 12 | 0,18 | B |
| L | A | 70,30 | 12 | 0,18 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70756

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| D | 1 | 66,84 | 12 | 0,18 | A |
| L | 1 | 68,09 | 12 | 0,18 | B |
| D | 2 | 70,72 | 12 | 0,18 | C |
| L | 2 | 72,39 | 12 | 0,18 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70756

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| D | J | 67,07 | 12 | 0,18 | A |
| L | J | 67,32 | 12 | 0,18 | A |
| D | K | 70,49 | 12 | 0,18 | B |
| L | K | 73,16 | 12 | 0,18 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70756

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| A | 1 | 66,44 | 12 | 0,18 | A |
| B | 1 | 68,49 | 12 | 0,18 | B |
| A | 2 | 71,53 | 12 | 0,18 | C |
| B | 2 | 71,58 | 12 | 0,18 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70756

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| A | J | 65,80 | 12 | 0,18 | A |
| B | J | 68,59 | 12 | 0,18 | B |
| B | K | 71,48 | 12 | 0,18 | C |
| A | K | 72,17 | 12 | 0,18 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70756

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|----|------|---|
| 1 | J | 65,64 | 12 | 0,18 | A |
| 2 | J | 68,75 | 12 | 0,18 | B |
| 1 | K | 69,29 | 12 | 0,18 | B |
| 2 | K | 74,36 | 12 | 0,18 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19635

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| D | A | 1 | 64,79 | 6 | 0,26 | A |
| L | A | 1 | 68,09 | 6 | 0,26 | B |
| L | B | 1 | 68,09 | 6 | 0,26 | B |
| D | B | 1 | 68,90 | 6 | 0,26 | B |
| D | A | 2 | 70,55 | 6 | 0,26 | C |
| D | B | 2 | 70,88 | 6 | 0,26 | C |
| L | B | 2 | 72,27 | 6 | 0,26 | D |
| L | A | 2 | 72,51 | 6 | 0,26 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19635

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| D | A | J | 64,84 | 6 | 0,26 | A |
| L | A | J | 66,76 | 6 | 0,26 | B |
| L | B | J | 67,88 | 6 | 0,26 | B |
| D | B | J | 69,30 | 6 | 0,26 | C |
| D | B | K | 70,49 | 6 | 0,26 | C D |
| D | A | K | 70,50 | 6 | 0,26 | D |
| L | B | K | 72,48 | 6 | 0,26 | E |
| L | A | K | 73,84 | 6 | 0,26 | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19635

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|---|
| L | 1 | J | 65,57 | 6 | 0,26 | A |
| D | 1 | J | 65,70 | 6 | 0,26 | A |
| D | 1 | K | 67,99 | 6 | 0,26 | B |
| D | 2 | J | 68,44 | 6 | 0,26 | B |
| L | 2 | J | 69,06 | 6 | 0,26 | B |
| L | 1 | K | 70,60 | 6 | 0,26 | C |
| D | 2 | K | 72,99 | 6 | 0,26 | D |
| L | 2 | K | 75,73 | 6 | 0,26 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19635

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|---|------|-----|
| A | 1 | J | 62,92 | 6 | 0,26 | A |
| B | 1 | J | 68,36 | 6 | 0,26 | B |
| B | 1 | K | 68,63 | 6 | 0,26 | B |
| A | 2 | J | 68,68 | 6 | 0,26 | B |
| B | 2 | J | 68,82 | 6 | 0,26 | B C |
| A | 1 | K | 69,96 | 6 | 0,26 | C |
| B | 2 | K | 74,33 | 6 | 0,26 | D |
| A | 2 | K | 74,39 | 6 | 0,26 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,93675

Error: 0,4092 gl: 32

| Fact A | Fact B | Fact C | Fact D | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|------|-------|
| D | A | 1 | J | 62,20 | 3 | 0,37 | A |
| L | A | 1 | J | 63,63 | 3 | 0,37 | A |
| D | A | 1 | K | 67,37 | 3 | 0,37 | B |
| D | A | 2 | J | 67,48 | 3 | 0,37 | B C |
| L | B | 1 | J | 67,52 | 3 | 0,37 | B C |
| L | B | 2 | J | 68,23 | 3 | 0,37 | B C D |
| D | B | 1 | K | 68,61 | 3 | 0,37 | B C D |
| L | B | 1 | K | 68,66 | 3 | 0,37 | B C D |
| D | B | 1 | J | 69,19 | 3 | 0,37 | B C D |
| D | B | 2 | J | 69,40 | 3 | 0,37 | C D |
| L | A | 2 | J | 69,88 | 3 | 0,37 | D |
| D | B | 2 | K | 72,36 | 3 | 0,37 | E |
| L | A | 1 | K | 72,54 | 3 | 0,37 | E |
| D | A | 2 | K | 73,63 | 3 | 0,37 | E F |
| L | A | 2 | K | 75,15 | 3 | 0,37 | F G |
| L | B | 2 | K | 76,31 | 3 | 0,37 | G |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)