



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

**Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria de subproductos de
maracuyá y cacao**

Trabajo de fin de Titulación

AUTORA: Albán Gómez, Verónica Tatiana

DIRECTORA: Martínez Espinosa, Ruth Irene, Mg.

LOJA – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

Mg.

Ruth Martínez Espinosa

DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado: “Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria de subproductos de maracuyá y cacao” realizado por el profesional en formación: Albán Gómez Verónica Tatiana; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, septiembre del 2013

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“ Yo Albán Gómez Verónica Tatiana declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.
Autora: Albán Gómez Verónica
Cédula: 1104352990

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios que me ha dado la inspiración y fuerza para su culminación. A mis padres que me dieron la oportunidad de tener una carrera para mi futuro, por el inmenso apoyo que me dieron, por haber confiado en mí, porque siempre me dieron aliento para seguir luchando a pesar de mis temores y brindado las herramientas necesarias para cumplir mis sueños, a mi hermana Johanna, a mi sobrino David y Jonathan quienes me han dado su apoyo incondicional durante la etapa de mi vida.

Verónica Albán

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por acompañarme durante este largo trayecto de mi vida y en la realización de este trabajo.

A la Universidad Técnica Particular de Loja y al Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos, por haberme brindado la oportunidad de llevar a cabo este proyecto y por poner a disposición el material necesario para el desarrollo del mismo.

Mi especial agradecimiento, a la Mg. Ruth Martínez Espinosa, directora de tesis, por brindarme su apoyo, confianza, paciencia y orientación a lo largo del proceso investigativo.

Al Ing. Felipe Reyes, quien supo brindarme sus conocimientos, su apoyo, su tiempo y colaboración en el presente trabajo.

A todos mis maestros por sus valiosos conocimientos impartidos durante mi formación profesional, y a mis compañeros y amigos que me supieron brindar su apoyo incondicional.

Verónica Albán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Pág.

AUTORIZACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ABREVIATURAS.....	viii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
I. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTES DEL PROYECTO	
1.1 FIN DEL PROYECTO.....	6
1.2 PROPÓSITO DEL PROYECTO.....	6
1.3 COMPONENTES DEL PROYECTO.....	6
II. ANTECEDENTES	
2.1 ANTECEDENTES.....	8
2.1.1 Maracuyá y cacao: fibra dietaria y compuestos bioactivos.....	9
2.1.2 Fibra dietaria.....	11
2.1.3 Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria.....	12
2.1.4 Factores que afectan las propiedades tecno-funcionales.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 MATERIA PRIMA.....	19
3.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.....	19
3.2.1 Proceso de secado.....	19
3.2.2 Tamaño de partícula.....	20
3.3 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES.....	20
3.3.1 Capacidad de retención de agua.....	20
3.3.2 Capacidad de hinchamiento.....	21
3.3.3 Capacidad de retención de grasa.....	22
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	
4.1 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....	25
4.2 CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO.....	27
4.3 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE GRASA.....	29
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	36
VII. ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS	Pág.
Tabla 1. Condiciones de secado.....	19
Tabla 2. Efecto de la temperatura de secado y el tamaño de partícula en la capacidad de retención de agua del subproducto de maracuyá.....	25
Tabla 3. Efecto de la temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de retención de agua del subproducto de cacao.....	26
Tabla 4. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de hinchamiento del subproducto de maracuyá.....	28
Tabla 5. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de hinchamiento del subproducto de cacao.....	28
Tabla 6. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de retención de grasa del subproducto de maracuyá.....	30
Tabla 7. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de retención de grasa del subproducto de cacao.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS	Pág.
Figura 1. a. Fotografía de cáscara, semilla y pulpa de maracuyá. b. Subproducto de maracuyá.....	10
Figura 2. a. Cáscara de cacao. b. Mazorca, grano y mucílago del cacao.....	11
Figura 3. Esquema del proceso de evaluación de la capacidad de retención de agua.....	21
Figura 4. Esquema del proceso de evaluación de la capacidad de hinchamiento.....	22
Figura 5. Esquema del proceso de evaluación de la capacidad de retención de grasa.....	23

ABREVIATURAS

FD	Fibra dietaria
FDT	Fibra dietaria total
FDI	Fibra dietaria insoluble
FDS	Fibra dietaria soluble
CRA	Capacidad de retención de agua
CH	Capacidad de hinchamiento
CRG	Capacidad de retención de grasa
GAE	Equivalente de ácido gálico
Aw	Actividad de agua
mg	Miligramos
g	Gramos
mL	Mililitros
µm	Micrómetros
rpm	Revoluciones por minuto

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de la temperatura de secado y tamaños de partícula sobre las propiedades tecno-funcionales de los subproductos de maracuyá y cacao, con el fin de obtener información para potencializar las aplicaciones futuras de estos subproductos en alimentos. La capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de hinchamiento (CH) fueron determinadas mediante el método de Robertson et al. (2000) y la capacidad de retención de grasa (CRG) por la metodología de Femenia et al., (1997) con algunas modificaciones. Los subproductos se secaron a 40, 50, 60 y 70°C, las muestras de maracuyá tuvieron tamaños de partícula de 2000 a 355µm y las de cacao de 2000 a 106µm. La CRA varió entre 6.82-9.57g/g en maracuyá y 7.99-10.67g/g en cacao, la CH entre 5.03-6.90mL/g en maracuyá y 14.45-16.70mL/g en cacao y los valores de CRG estuvieron entre 0.85- 3.03g/g en maracuyá y 1.41-3.08g/g en cacao. La influencia de la temperatura de secado, el tamaño de partícula y la interacción de ambos factores sobre las propiedades tecno-funcionales de los subproductos estudiados no fue definida; pero mostró un efecto específico para cada subproducto y propiedad.

Palabras claves: subproductos, propiedades tecno-funcionales, fibra dietaria.

ABSTRACT

The aim of this project was to determine the effects of drying temperature and particle size on the techno functional properties of byproducts from passion fruit and cocoa, in order to evaluate their potential use as a dietary fiber source for food enrichment. The water holding capacity (WHC) and swelling capacity (SC) were determined by the method of Robertson et al. (2000) and oil holding capacity (OHC) using the method of Femenia et al. (1997) with some modifications. The by-products were dried at 40, 50, 60 and 70°C, the samples of passion fruit had particle sizes of 2000 to 355 µm and cocoa of 2000 to 106 µm. WHC ranged between 6.82-9.57 g/g in passion fruit and from 7.99 to 10.67 g/g in cocoa, SC oscillated from 5.03 to 6.90 mL/g in passion fruit and 14.45 to 16.70 mL/g in cocoa and the values of OHC fluctuated from 0.85 to 3.03 g/g in passion fruit and 1.41-3.08 g/g in cocoa. Influence of the drying temperature, the particle size and the interaction of both factors on the techno functional properties of byproducts studied was not defined, but it was showed a specific effect for each byproduct and property.

Keywords: byproducts, techno functional properties, dietary fibre.

INTRODUCCIÓN

La valoración de los subproductos agrícolas ha recibido una atención cada vez mayor, debido a que presentan gran cantidad de sustancias antioxidantes, antimicrobianas, colorantes, aromatizantes y compuestos bioactivos, además de ser ricos en fibra dietaria, lo cual potencializa su incorporación en alimentos.^{1,2}

La fibra dietaria (FD) es el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso.³ Se clasifica en base a su solubilidad en agua, como fibra dietaria soluble (FDS) y fibra dietaria insoluble (FDI).⁴ La FDI se compone fundamentalmente de fragmentos de las paredes celulares, que contienen celulosa, lignina y hemicelulosa; mientras que la FDS presenta mayoritariamente, polisacáridos no-celulósicos tales como pectina, gomas y mucílago.^{4,5}

Aunque los cereales han sido la fuente tradicional de FD para fortificar alimentos, últimamente se están usando las frutas y vegetales.⁶ Esto debido a que la FD de las frutas en comparación con la de los cereales, presenta un porcentaje más alto de FDS, mayor capacidad de retención de agua, menor capacidad de retención de grasa, bajo contenido calórico y de ácido fitico.^{7,8,9}

La capacidad de retención de agua e hinchamiento junto a la capacidad de retención de aceite, son las principales propiedades tecno-funcionales de la fibra. Las cuales

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

² Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Martín Sánchez, A., Sánchez-Zapata, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez – Álvarez, J.A. (2012). Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum* L) bagasses power co-product. *Journal of Food Engineering*, 110(2012), 220-224.

³ Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R.T. (2011). Dietary fiber in foods: a review. *Journal Food Science Technology* (2011), 1-10.

⁴ Champ, M., Langkilde, A.N., Brouns, F., Kettlitz, B., & Collet, Y. (2003). Advances in dietary fibre characterization. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews*, 16(2003), 71-82.

⁵ Matos-Chamorro, A., & Chambilla- Mamani, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Revista investigación ciencia tecnología de alimentos*, 1(2010).

⁶ Cañas, Z., Restrepo, D., & Cortes, M. (2011). Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. 6023-6035.

⁷ Garau, M. C., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperatura on physico-chemical propiertis of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*, 104(2007), 1014-1024.

⁸ Hincapié, G., Barajas, G., & Arias, Z. (2011). Evaluación del secado por convección de la guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad manzana. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 5(2011), 92-103.

⁹ Saura-Calixto, F. (2010). Fibra dietética en la dieta y en los alimentos funcionales. Prebióticos. In M. Juárez Iglesias & A. Perote Alejandre (Eds.), *Alimentos saludables y de diseño específico. Alimentos Funcionales*. 2010 ed., (pp. 97-106). Madrid: Instituto Tomas Pascual Sanz.

están influenciadas por la relación de FDI/FDS característica de cada fuente,¹⁰ y pueden verse afectadas por los procesos externos como la temperatura de secado y el tamaño de partícula, los mismos que modifican las propiedades físicas de la matriz de la fibra.^{7,11,12}

En estudios recientes se ha determinado que los subproductos de maracuyá y cacao contienen una alta cantidad de FD (81.5 y 56.10g/100g, respectivamente), con una buena relación FDI/FDS (1.3) en el caso de la maracuyá y la cáscara de cacao como una buena fuente de FDI (51.98g/100g).^{1,13} Por tal motivo la presente investigación tiene por objetivo evaluar la capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento y capacidad de retención de grasa a diferentes temperaturas de secado y tamaños de partícula de estos subproductos, con el fin de obtener información para potencializar su uso en alimentos.

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

¹¹ Guillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33(2000), 233-245.

¹² Raghavendra, S. N., Ramachandra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S., & Tharanathan, R. N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*, 72(2006), 281-286.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L) co-products. *Food Research International*, 49(2012), 39-45.

I. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTES DEL PROYECTO

I. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTES DEL PROYECTO

1.1 Fin

Contribuir a la valoración de los subproductos agroindustriales para promover su uso en la alimentación humana.

1.2 Propósito

Conocer el efecto de la temperatura de secado y el tamaño de partícula sobre las propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria de los subproductos de maracuyá y cacao.

1.3 Componentes del proyecto

Evaluación de la capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento y capacidad de retención de grasa a diferentes temperaturas de secado y tamaños de partícula de los subproductos de maracuyá y cacao.

II. ANTECEDENTES

II. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes

Los subproductos son materiales secundarios obtenidos en un proceso de producción o de transformación. La industria alimentaria genera anualmente una gran cantidad de subproductos que no son aprovechados de manera adecuada. El empleo de subproductos agroindustriales ofrece buenas perspectivas, especialmente si se potencia su valor nutritivo para conseguir mayores niveles de utilización como materia prima en la elaboración o enriquecimiento de otros alimentos.^{7,14}

Ecuador se convirtió, desde finales de la década pasada, en el segundo productor mundial de maracuyá, pasando de 4.460 hectáreas cultivadas en 1994 a 25.000 en el año 2000, lo que implicó un aumento en la producción de 20.000 a 250.000 toneladas en el mismo período.¹⁵ La producción de cacao en el Ecuador se incrementó de 137.000 toneladas en 2010 a 186.000 en el año 2011.^{16,17}

En la actualidad, el interés por el aprovechamiento de subproductos no es sólo de carácter económico, sino también ecológico, debido a que el incremento de subproductos vegetales tanto en el cultivo, como en la industria conservera y de transformación ocasiona un problema de contaminación ambiental.⁷ Estos provocan una progresiva degradación de nuestro entorno que puede llegar a ser, en algunos casos, irreversible. Por esta razón se debe plantear usos alternativos para crear nuevas fuentes de riqueza que aporten mayor rentabilidad al proceso industrial.^{7,13,14}

Los subproductos de origen vegetal contienen gran cantidad de sustancias antioxidantes, antimicrobianas, colorantes, aromatizantes, fibra dietaria y compuestos

⁷ Garau, M. C., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperatura on physico-chemical propriertis of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*, 104(2007), 1014-1024.

¹⁴ Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J. A., Siddiqui, W., Dávila-Aviña, J. E., & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International* (2011), 1-9.

¹⁵ Perfetti, J., Téllez, C., & Correa C. Perfil de Producto de Maracuyá. Disponible en:

http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/perfil%20producto%2019%20final.pdf.

¹⁶ Diario Hoy. (2011). Por su sabor, olor y textura, el Ecuador produce 70% de cacao fino a escala mundial. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/por-su-sabor-olor-y-textura-el-ecuador-produce-70-de-cacao-fino-a-escala-mundial-476976.html>.

¹⁷ Pro-Ecuador. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2011). Análisis sectorial de cacao y sus elaborados. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/11/PROEC-AS2011-CACAO.pdf>.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., 7 Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L) co-products. *Food Research International*, 49(2012), 39-45.

bioactivos que sin ser nutrientes, actúan en el metabolismo humano y ejercen efectos beneficiosos para la salud.^{14,18,19}

2.1.1 Maracuyá y Cacao: fibra dietaria y compuestos bioactivos.

Maracuyá (*Passiflora edulis*). Generalmente en la fruta de maracuyá, la cáscara representa un 50-60%, el jugo 30-40% y la semilla 10-15%.²⁰

Chau y Huang (2004) identificaron que la semilla de maracuyá, es una fuente muy rica en fibra dietaria insoluble, además de tener una buena capacidad de retención de agua y grasa, lo que sugiere una posible aplicación desde el punto de vista de la industria de alimentos. Estudios realizados en la cáscara, semilla y pulpa de maracuyá indican que contienen de 60 a 80% de fibra dietaria total.^{1,22}

Cabral et al. (2009) evaluaron la capacidad antioxidante del polvo de subproductos agroindustriales de maracuyá para la elaboración de suplementos dietarios, encontrando un contenido de fenoles totales de 41.2mg GAE/g y un efecto protector contra la peroxidación lipídica.

¹⁸ Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., & Marín-Belloso, O. (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65(1999), 175-181.

¹⁹ Figuerola, F; Hurtado, M; Estévez, A; Chiffelle, I; Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potencial fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(2005), 395-401.

²⁰ Ramos-Terrones, L., & Matos-Chamarro, A. (2011). Estudio de la importancia de la fibra insoluble y sus propiedades funcionales de la cáscara de maracuyá en la alimentación humana. I Congreso Nacional de Investigación. Universidad Peruana Unión.

²¹ Chau, C.F., & Huang, Y.L. (2004). Characterization of passion fruit seed fibres a potencial fibre source. *Food Chemistry*, 85(2004), 189-194.

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

²² Salgado, J., Bombarde, T., Mansi, D., Piedade, S., & Meletti, L. (2010). Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic rat. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 30(2010), 784-789.

²³ Cabral de Oliveira, A., Valentim, I.B., Silva, C.A., Henriques Bechara, E.J., Paes de Barros, M., Marinho, C., & Fonseca Goulart, M.O. (2009). Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. *Food Chemistry*, 115(2009), 469-475.



Figura 2. a. Fotografía de cáscara, semilla y pulpa de maracuyá. **b.** Subproducto de maracuyá

Elaboración: La autora

Cacao (*Theobroma cacao*). Del fruto de cacao solo se aprovecha económicamente el grano que corresponde alrededor de un 10% de su peso.²⁴

Martín et al., (1994) y Lecumberri et al., (2007) reportaron que la cáscara de cacao contiene 60.4g/100g de FDT, 10.09g/100g de FDS y 50.42g/100g de FDI. De la misma manera Martínez et al., (2012) al estudiar las cáscaras de cacao de las localidades de Taura y Cone obtuvieron resultados de FDT (55.99; 56.10g/100g), FDS (2.88; 4.12g/100g) y FDI (53.11; 51.98g/100g) con una relación de FDI/FDS (18.44; 12.60), respectivamente.¹³ El color, sabor y contenido de FD convierten a la cáscara de cacao en un ingrediente potencial para ser usado en la preparación de alimentos.²⁶

²⁴ Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J., Torres, M., & Vargas, G. (2010). Residuos de Café, Cacao y Cladodio de Tuna: Fuentes Promisorias de Fibra Dietaria. Revista Tecnológica ESPOL-RTE, 23(2010), 63-69.

⁵⁴ Fruta de la Pasión o Maracuyá. Disponible en: www.golden-farms.com.

²⁵ Martín, M., Valiente, C., Esteban, R., Molla, E., & Waldron, K. (1994). Cocoa hull: a potential source of dietary fibre. Journal of the Science of Food and Agriculture, 66(1994), 307-311.

²⁶ Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo, M., Rupérez, P., Goya, L., & Bravo, L. (2007). Dietary fibre composition antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao L*). Food Chemistry, 104(2007), 948-954.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Peréz-Álvarez, J. A., 7 Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao L*) co-products. Food Research International, 49(2012), 39-45.



Figura 2. a. Cáscara de cacao. **b.** Subproducto de cacao

Elaboración: La autora

Elaboración: La autora

2.1.2 Fibra dietaria (FD).

La American Association of Cereal Chemists (AACC), en el año 2000, definió a la FD como el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso; constituida por polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas; con algún efecto laxante, disminución del colesterol sanguíneo o atenuación de la glucosa en sangre.³ La fibra dietaria se clasifica con base a su solubilidad en agua, como fibra dietaria soluble y fibra dietaria insoluble.⁴

Los productos ricos en FD con mayor consumo son los derivados de cereales, sin embargo en la última década alimentos con alto contenido de FD provenientes de frutas se han venido desarrollando.^{6,14,28} La incorporación de subproductos de frutas como ingrediente alimentario, toma importancia debido a que la FD de frutas tiene en

³ Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R.T. (2011). Dietary fiber in foods: a review. *Journal Food Science Technology* (2011), 1-10.

⁵⁵ Producción del Cacao. Disponible en: www.vitonica.com.

⁴ Champ, M., Langkilde, A.N., Brouns, F., Kettlitz, B., & Collet, Y. (2003). Advances in dietary fibre characterization. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews*, 16(2003), 71-82.

¹⁴ Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J. A., Siddiqui, W., Dávila-Aviña, J. E., & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International* (2011), 1-9.

⁶ Cañas, Z., Restrepo, D., & Cortes, M. (2011). Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2011), 6023-6035 .

²⁸ Ramírez, A., Pacheco De Delahaye, E. (2009). Propiedades Funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de Piña, Guayaba y Guanábana. *Redalyc Sistema de Información Científica*, 34(2009), 293-298.

general mejores cualidades nutricionales que la de los cereales: un significativo contenido de compuestos bioactivos, mayor contenido de fibra, mejor relación FDI/FDS y capacidad de retención de agua, un valor más bajo de energía metabólica y contenido de ácido fítico.^{7,9,29}

2.1.3 Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria.

Denominadas así por su asociación a los efectos deseables en los productos alimentarios y efectos fisiológicos benéficos en el organismo. La fibra dietaria presenta propiedades de hidratación (capacidad de retención de agua y capacidad de hinchamiento) y capacidad de retención de aceite, las cuales se evalúan para la formulación de alimentos y prever sus efectos en el organismo.^{5,11,14}

Las propiedades tecno-funcionales están relacionadas con la proporción de FDI/FDS, la estructura de los constituyentes polisacáridos, la cantidad de mucílago, pectinas, lignina, celulosa, gomas y hemicelulosas.¹⁰

Capacidad de retención de agua (CRA)

Se refiere a la habilidad de la fibra dietaria de atrapar agua dentro de su matriz, y se debe a su tamaño de partícula, pH, fuerza iónica y la presencia de otros compuestos que también retienen agua, como los azúcares y el almidón.³⁰ Esta capacidad es de suma importancia en relación con la formulación y procesamiento de alimentos altos en fibra, ya que de esta depende en gran medida el nivel máximo de incorporación de fibra dietética a un producto.^{12,13,28}

⁷ Garau, M. C., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*, 104(2007), 1014-1024.

⁹ Saura-Calixto, F. (2010). Fibra dietética en la dieta y en los alimentos funcionales. Prebióticos. In M. Juárez Iglesias & A. Perote Alejandro (Eds.), *Alimentos saludables y de diseño específico. Alimentos Funcionales*. 2010 ed., (pp. 97-106). Madrid: Instituto Tomas Pascual Sanz.

²⁹ Hincapié, G., Barajas, G., & Arias, Z. (2011). Evolución del secado por convección de la guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad manzana. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 5(2011), 92-103.

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

⁵ Matos-Chamorro, A., & Chambilla- Mamani, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Revista investigación ciencia tecnología de alimentos*, 1(2010).

¹¹ Guillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33(2000), 233-245.

³⁰ López, G., Ros, G., Rincón, F., Periago, M., Martínez, M., Ortuño, J. (1996) Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1996), 2773-2778.

¹² Raghavendra, S. N., Ramachandra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S., & Tharanathan, R. N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*, 72(2006), 281-286.

La capacidad de retención de agua es la máxima cantidad de agua en mL, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de agua bajo la acción de una fuerza patrón. Se expresa como g de agua/g de muestra seca.^{5,10,31}

Teóricamente a menor tamaño de partícula la facilidad de hidratación se incrementa debido a la mayor superficie de contacto que se obtiene, sin embargo, en la CRA no sólo influye el tamaño de partícula sino también la composición de la fibra^{32,33}, particularmente la cantidad de FDS.³⁴

Esta propiedad podría ser útil para evitar la sinéresis de productos como salsas, yogurt y postres, mejorar la viscosidad y estabilidad de bebidas, conferir un efecto de frescura y suavidad en productos horneados.^{5,12,18,35}

Estudios realizados en el Departamento de Ciencias Agropecuarias y Alimentos de la UTPL determinaron que los subproductos de maracuyá tienen una capacidad de retención de agua de 13.5g/g y la cáscara de cacao 5.81g/g a un tamaño de partícula de 220-640µm.^{1,13}

Capacidad de Hinchamiento (CH)

La capacidad de hinchamiento es la medida del grado de hinchamiento que sufre la FD frente a un exceso de agua a temperatura ambiente. El resultado es expresado como los mL ocupados por la muestra hidratada/g de muestra.^{5,10,11,31} En esta característica uno de los factores que tiene influencia es la cantidad de FDI, además de la estructura, forma y tamaño de las partículas de la fibra.^{10,30}

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

³¹ Robertson, J. A., De Monredom, F., Dysseler, P., Guillon, F., Amado, R., & Thibault, J.-F. (2000). Hydration properties of Dietary Fibre And Resistant Starch: A European Collaborative Study. *LWT - Food Science and Technology*, 33(2000), 72-79.

³² Badui Dergal, Salvador. 1999, Química de los alimentos, Editorial Universidad Alambra, México, 108.

³³ Zambrano, Z., María de la Luz., Meléndez-Pérez, R., & Gallardo-Navarro, Y. (2001). Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. En *Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud*. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Editado por Lajolo, M., F. Saura-Calixto, E. Witting y E. Wenzel. Varela Editora, Brasil, 195-209.

³⁴ Grigelmo-Miguel, N., & Marín-Belloso, O. (1999). Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Food Technology Department*, 32(1999), 503-508.

¹⁸ Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., & Marín-Belloso, O. (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65(1999), 175-181.

³⁵ Tosh, S.M., & Yada, S. (2009). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*(2009), 1-11.

Tanto la capacidad de retención de agua como de hinchamiento determinan el destino de la fibra dietaria en el tracto digestivo (inducción o fermentación) y la hacen capaz de regular el tiempo de tránsito intestinal debido al efecto que tienen sobre el volumen fecal.^{3,11,12}

La CH favorece la apariencia de fresca y estabilidad de productos de panificación, ya que soluciona problemas relacionados con la pérdida de volumen y humedad.³⁶

Se ha descrito que la capacidad de hinchamiento en la maracuyá es de 7.2mL/g, mientras que en la cáscara de cacao es de 5.70mL/g a los tamaños de partícula de 220-640µm.^{1,13}

Capacidad de retención de aceite (CRG)

La capacidad de retención de aceite, es la máxima cantidad de aceite en gramos, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de una fuerza. Los resultados se expresan como: g de aceite/g de muestra.^{5,10,31}

Esta propiedad puede estar en función de la cantidad de FDI y en forma particular, de la cantidad de lignina presente. Sosulski y Cadden (citado por López et al., 1996) encontraron que las fuentes ricas en lignina poseen una mayor capacidad de adsorber y retener grasa. Además de la cantidad de FDI presente puede influir el tamaño, forma y área superficial de las partículas de fibra.³⁰ Las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para absorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es atrapada en la superficie de la fibra principalmente por medios mecánicos.³⁶

³ Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R.T. (2011). Dietary fiber in foods: a review. *Journal Food Science Technology* (2011), 1-10.

¹¹ Guillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33(2000), 233-245.

³⁶ Sánchez-Guzmán, B. (2005). Caracterización Físicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética del Fruto del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la Cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica* L). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Instituto de Agroindustrias.

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Peréz-Álvarez, J. A., 7 Viudas-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L) co-products. *Food Research International*, 49(2012), 39-45.

⁵ Matos-Chamorro, A., & Chambilla- Mamani, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Revista investigación ciencia tecnología de alimentos*, 1(2010).

La acción hipocolesterolemica de la fibra se deriva de la viscosidad del contenido gastrointestinal que interfiere con la formación de micelas, absorción de lípidos, aumento en la excreción de esteroides y ácidos biliares e inhibición de síntesis de colesterol hepático. Se ha observado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de grasa que las fibras solubles, sirviendo como emulsificantes.^{5,9,34,35}

La elevada capacidad de retención de aceite puede ser importante para prevenir la pérdida de grasa después de la cocción, imparte jugosidad y mejora la estabilidad y textura de los productos cárnicos cocidos; en cambio una baja retención proporciona una sensación no grasosa en productos fritos.^{5,12,34,35,36}

En estudios realizados en maracuyá y cáscara de cacao se encontraron valores de 0.9 y 1.18g/g, respectivamente para la capacidad de retención de aceite a un tamaño de partícula de 220-640µm.^{1,13}

2.2.4 Factores que afectan las propiedades tecno-funcionales.

Las propiedades tecno-funcionales pueden verse afectadas por procesos externos como tamaño de partícula y temperatura de secado que modifican las propiedades físicas de la matriz de la fibra afectando las propiedades de hidratación.^{3,11}

El proceso de secado se convierte en una etapa necesaria y de gran relevancia para la conservación y procesamiento de materias primas; pero puede ocasionar modificaciones sustanciales en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de algunos elementos o componentes nutricionales, como es el caso de la fibra dietaria (FD).^{7,37}

⁹ Saura-Calixto, F. (2010). Fibra dietética en la dieta y en los alimentos funcionales. Prebióticos. In M. Juárez Iglesias & A. Perote Alejandro (Eds.), Alimentos saludables y de diseño específico. Alimentos Funcionales. 2010 ed., (pp. 97-106). Madrid: Instituto Tomas Pascual Sanz.

³⁴ Grigelmo-Miguel, N., & Marín-Belloso, O. (1999). Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. Food Technology Department, 32(1999), 503-508.

³⁵ Tosh, S.M., & Yada, S. (2009). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. Food Research International(2009), 1-11.

¹² Raghavendra, S. N., Ramachandra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S., & Tharanathan, R. N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. Journal of Food Engineering, 72(2006), 281-286.

⁷ Garau, M. C., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (Citrus aurantium v. Canoneta) by-products. Food Chemistry, 104(2007), 1014-1024.

³⁷ Hincapié, G., Omaña, M; Hincapié, C., Arias, Z., Vélez, L. (2010). Efecto de la temperatura de secado sobre las propiedades funcionales de la fibra dietaria presente en la citropulpa. Revista Lasallista de Investigación, 7(2010), 85-93.

El secado de tejidos vegetales a altas temperaturas (>60°C) afecta las propiedades organolépticas del producto y su valor nutricional³⁸; durante esta operación pueden cambiar la textura, el color, la densidad, la porosidad y las características de adsorción de compuestos³⁹; también se pueden presentar los fenómenos de endurecimiento y encogimiento, por lo que la temperatura de secado es una variable a tener en cuenta en los estudios cinéticos, pues aunque temperaturas elevadas pudieran acelerar el proceso, la pérdida de calidad del producto no compensaría la reducción de tiempo del proceso.⁴⁰

Hincapié et al., (2010) y Garau et al., (2007) evaluaron el efecto de la temperatura de secado en subproductos de naranja y concluyeron que las propiedades tecno-funcionales no se ven significativamente afectadas a temperaturas menores a 60°C, la temperatura donde se registraron los valores más altos de las propiedades fue a 50°C. Femenia et al., (1997) en un estudio sobre fibra de coliflor reportaron una capacidad de retención de agua de 12.8g/g en las muestras secadas a una temperatura de 40°C y 5.7g/g a 75°C, capacidad de hinchamiento de 16.9mL/g a 40°C y 4.2mL/g a 75°C y una capacidad de retención de grasa de 1.3g/g a 40°C y 0.9g/g a 75°C.

El tamaño de partícula también es importante en las propiedades tecno-funcionales, Raghavendra et al. (2006) en una investigación de subproductos de coco, demostraron que al disminuir el tamaño de partícula de 1127 a 500µm se incrementan las propiedades de hidratación, esto puede deberse al aumento del área de superficie y a un mayor acceso de agua a los capilares de la superficie, mientras que por debajo de los 550µm disminuyen las propiedades de hidratación posiblemente por un daño en la matriz de la fibra y al colapso de los poros durante la molienda.

³⁸ Krokida, M. K. (2003). Drying kinetics of some vegetables. *Journal of Food Engineering*, 59(2003), 391-403.

³⁹ Krokida, M. k., & Maroulis, Z. B. (2001). Structural properties of dehydrated products during rehydration. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(2001), 529-538.

⁴⁰ Mari, M.J. (2002). Cinética de transferencia de materia durante el proceso de rehidratación de cubos de pimiento seco (*Capsicum Annuum L.*). Trabajo Fin de Carrera. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos.

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

¹² Raghavendra, S. N., Ramachandra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S., & Tharanathan, R. N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*, 72(2006), 281-286.

Cadden, (1987) en un estudio en salvado de trigo encontró que la reducción del tamaño de partícula disminuye la CRA, debido al colapso de la matriz de su fibra. Finalmente Grover et al., (2003) indicaron que el tamaño de partícula afecta a las propiedades de la superficie, incluyendo la capacidad de hidratación de la manzana.

Auffret et al., (1994) encontraron que los efectos del tamaño de las partículas sobre las propiedades de hidratación de fibras procedentes de diversas fuentes fueron específicos. En la cáscara de guisante, la retención de agua se incrementó cuando el tamaño de partícula se redujo desde 950 hasta 300µm, lo cual se atribuye a un aumento en el área superficial y al volumen de los poros. Por el contrario, Daubenmire et al., (1993) reportaron mayor retención de agua en el molido grueso de la cáscara de frijol blanco (425-850µm) en comparación con las cáscaras finamente molidas (<150µm).

Según Martínez et al. (2012) la temperatura de secado en maracuyá y cacao debe ser inferior a 65°C para evitar cambios en las propiedades tecno-funcionales y en los compuestos bioactivos. En relación al tamaño de partícula adecuado señala que oscila entre 220 a 640µm.

Dependiendo de la granulometría de la fibra será el tipo de alimento o proceso en el cual se podría incorporar.^{2,3} La fibra fina (de 3 a 5µm) puede emplearse como sustituto de grasas, las de mayor tamaño se aplican en hojuelas de maíz y en productos donde su textura lo permita.³⁶

⁴¹ Cadden, A.M. (1987). Comparative Effect of Particle Size Reduction on Physical Structure and Water Binding Properties of Several Plant Fibers. *J. Food Sci*, 52(1987), 1595–1631.

⁴² Grover, S.S., Chauhan, G.S., Masoodi, F.A. (2003). Effect of Particle Size on Surface Properties of Apple Pomace. *Int. J. Food Prop*, 6(2003), 1–7.

⁴³ Auffret, A., Ralet, M. C., Guillon, F., Barry, J. L., & Thibault, J. F. (1994). Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 27(1994), 166–172.

⁴⁴ Daubenmire, S. W., Zabik, M. E., & Setser, C. S. (1993). Development of lowfat, cholesterol-free, high-fiber muffins. Part 1. Fiber source and particle size effects on quality characteristics. *School Food Service Research Review*, 17(1993), 15–20.

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Peréz-Álvarez, J. A., 7 Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao L*) co-products. *Food Research International*, 49(2012), 39-45.

² Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Martín Sánchez, A., Sánchez-Zapata, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez – Álvarez, J.A. (2012). Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum L*) bagasses power co-product. *Journal of Food Engineering*, 110(2012), 220-224.

³ Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R.T. (2011). Dietary fiber in foods: a review. *Journal Food Science Technology* (2011), 1-10.

³⁶ Sánchez-Guzmán, B. (2005). Caracterización Físicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética del Fruto del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la Cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica L*). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Instituto de Agroindustrias.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materia prima

Se utilizó subproductos (cáscara, semillas y pulpa adherida a semilla) de maracuyá (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) provenientes de Agroficial S.A. y cáscara de cacao (*Theobroma cacao var. nacional*) procedente de la Asociación Kallari cultivado por la comunidad Guinea Chimbana de la parroquia Pano, cantón Tena en la provincia de Napo.

3.2 Preparación de la muestra

3.2.1 Proceso de secado.

Las muestras se descongelaron en refrigeración y se sometieron a un proceso de deshidratación por convección forzada a cuatro temperaturas diferentes (40, 50, 60 y 70°C). El tiempo de secado (Tabla 1) para cada temperatura fue el requerido para alcanzar una humedad <9.3%, con una actividad de agua (A_w) de 0.2 a 0.3 en maracuyá y de 0.1 a 0.2 en cacao. El secado a 40 y 50°C se realizó en una cámara de fermentación marca PROINGAL, modelo CFD-A3 mientras que para 60 y 70°C se utilizó un secador de bandejas marca ECUA PACK, modelo M-DH-00100.

Tabla 1. Condiciones de secado

	Temperatura (°C)	Tiempo (horas)
	40	30
Subproductos de maracuyá	50	26
	60	22
	70	21
	40	27
Subproductos de cacao	50	24
	60	23
	70	22

Elaboración: La autora

3.2.2 Tamaño de partícula.

Se realizó un proceso de molienda y separación de las partículas por su tamaño mediante un juego de tamices marca USA STANDARD TEST SIEVE, modelo Humboldt. En el caso de las cáscaras de cacao se obtuvo las muestras a los tamaños de partícula de 2000, 1000, 710, 500, 355, 250, 125 y 106 μ m; mientras que en los subproductos de maracuyá se trabajó a 2000, 1000, 710, 500 y 355 μ m, debido a su alto contenido de aceite (23%)⁴⁵ que originó la formación de grumos y dificultó el tamizado a tamaños menores de partícula.

3.3 Evaluación de propiedades tecno-funcionales

Las capacidades de retención de agua e hinchamiento se determinaron mediante el método establecido por Robertson et al. (2000). Mientras que la capacidad de retención de grasa se realizó según la metodología de Femenia et al. (1997) con algunas modificaciones.

3.3.1 Capacidad de retención de agua (CRA).

El proceso general para la determinación de la capacidad de retención de agua se resume en la Figura 3. En un tubo de polipropileno de 50mL para centrífuga previamente pesado se colocó 1g de muestra y se hidrató con 30mL de agua destilada agitando suavemente para una mejor dispersión. Se dejó reposar por 18 horas a temperatura ambiente (-20°C) . Luego se centrifugó a 3000rpm por 20 minutos en una centrífuga marca CLAY ADAMS, modelo DYNAC. Seguidamente se eliminó el sobrenadante y para hacer más eficiente este paso se colocó el tubo en forma inclinada. Pero si después de centrifugar la muestra y al voltear el tubo, esta se desprendía junto con el agua, se filtraba al vacío usando un papel filtro pesado con anterioridad. A continuación se pesó el residuo húmedo y se dejó secar en una estufa marca MEMMERT a 102°C por 12 horas. Al final se pesó el residuo seco.

⁴⁵ Laguna, H. I. (2012). Elaboración de una bebida nutritiva a partir de la pulpa de maracuyá (Pasiflora incarnata), y suero láctico, en la planta procesadora de frutas y hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Ingeniería Agroindustrial, 30-87.

³¹ Robertson, J. A., De Monredom, F., Dysseler, P., Guillon, F., Amado, R., & Thibault, J.-F. (2000). Hydratation properties of Dietary Fibre And Resistant Starch: A European Collaborative Study. *LWT - Food Science and Technology*, 33(2000), 72-79.

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

El cálculo de la CRA se realizó con la siguiente fórmula:

$$CRA: \frac{\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso el residuo seco}}{\text{Peso del residuo seco}}$$

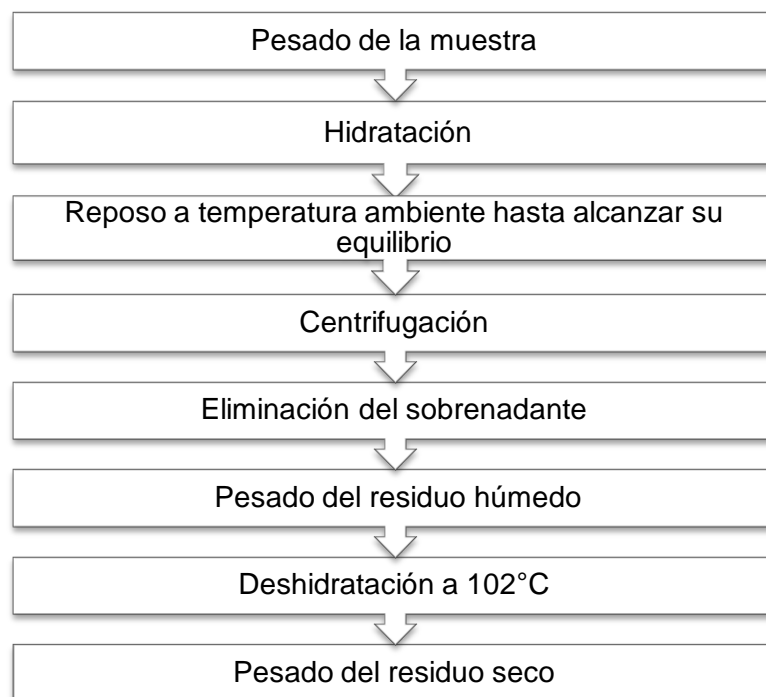


Figura 3. Esquema del proceso de evaluación de la CRA

Elaboración: La autora

3.3.2 Capacidad de hinchamiento (CH).

Se pesó 0.2g de muestra en una probeta de 10mL con un diámetro de aproximadamente 1.5cm y se hidrató con agua destilada (10mL) agitando suavemente para una mejor dispersión. Luego se cubrió con parafina la probeta para evitar que la muestra absorba humedad del ambiente y se dejó reposar por 18 horas a temperatura ambiente (~ 20°C). Al final se midió el volumen alcanzado por la muestra hidratada (Fig.4).

La fórmula para determinar la CH es:

$$CH: \frac{\text{Volumen ocupado por la muestra hidratada}}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

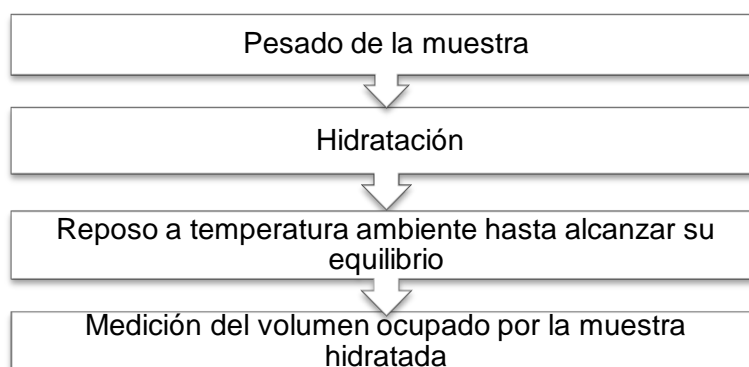


Figura 4. Esquema del proceso de evaluación de la CH

Elaboración: La autora

3.3.2 Capacidad de retención de grasa (CRG).

Se colocó 1g de muestra en un tubo de polipropileno de 50mL para centrífuga previamente pesado, se adicionó 30mL de aceite de oliva y para una mejor dispersión se agitó suavemente. Luego de dejar en reposo por 18 horas a temperatura ambiente (~20°C) se centrifugó a 3000rpm por 20 minutos y se eliminó el sobrenadante, para hacer más eficiente este proceso se colocó el tubo en forma inclinada. Pero si después de centrifugar la muestra y al voltear el tubo, esta se desprendía junto con el aceite, se filtraba al vacío usando un papel filtro pesado con anterioridad. Finalmente se pesó el residuo con el aceite.

La fórmula para el cálculo de la CRG es:

$$CRG: \frac{\text{Peso del residuo con aceite} - \text{Peso de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

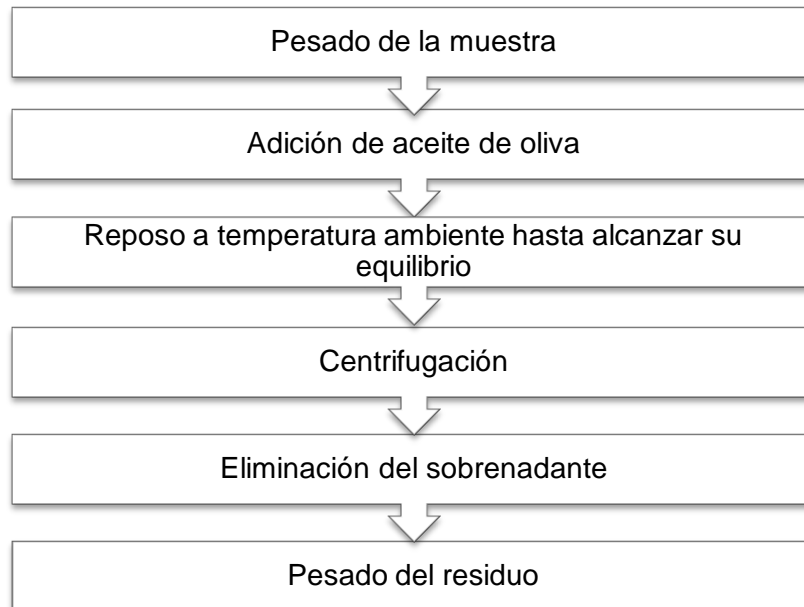


Figura 5. Esquema del proceso de evaluación de la CRG

Elaboración: La autora

3.4 Análisis estadístico

Se aplicó un diseño factorial general de dos factores: temperatura (4 niveles) y tamaño de partícula (5 niveles para los subproductos de maracuyá y 8 para los de cacao). Los resultados fueron expresados como la media \pm desviación estándar de tres repeticiones. Adicionalmente, se realizó el análisis de varianza anova de 1 vía y la prueba de rangos múltiples de Tukey con un nivel de significancia $p \leq 0.05$ para establecer diferencias entre los tratamientos. Los resultados se analizaron con el programa estadístico Minitab 16.

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Capacidad de retención de agua

Como se puede observar en la tabla 2 la CRA de los subproductos de maracuyá varió entre 9.57 (710 μ m a 50°C) y 6.82g agua/g muestra seca (2000 μ m a 40°C). Al tamaño de partícula de 2000 μ m la temperatura de secado no mostró efecto ($p>0.05$); de igual manera que a 60°C el tamaño de partícula no presentó influencia ($p>0.05$) sobre los valores de CRA.

A 40°C se evidenció un incremento de esta propiedad al disminuir el tamaño de partícula; esta tendencia también se presentó a 50°C pero sólo hasta 710 μ m.

Tabla 2. Efecto de la temperatura de secado y el tamaño de partícula en la capacidad de retención de agua del subproducto de maracuyá

CRA (g agua/g muestra seca)				
Temperatura (° C)				
Tamaño (μ m)	40	50	60	70
2000	6.82 \pm 0.35 aA	7.91 \pm 0.51 abA	7.30 \pm 0.33 aA	7.05 \pm 0.52 aA
1000	7.57 \pm 0.37 abAB	8.27 \pm 0.36 aA	6.94 \pm 0.52 aB	7.04 \pm 0.27 aB
710	7.65 \pm 0.70 abA	9.57 \pm 0.30 cB	7.53 \pm 0.90 aA	8.52 \pm 0.41 bAB
500	8.05 \pm 0.43 bcA	6.98 \pm 0.38 bB	7.67 \pm 0.37 aAB	7.62 \pm 0.25 abAB
355	9.03 \pm 0.21 cA	6.97 \pm 0.35 bB	7.46 \pm 0.52 aB	6.83 \pm 0.36 aB

Letras minúsculas diferentes dentro de la misma columna indican diferencia significativa ($p>0,05$)

Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p>0,05$)

Elaboración: La autora

En los subproductos de cacao la CRA osciló entre 10.67 (355 μ m a 50°C) y 7.99g agua/g muestra seca (125 μ m a 60°C) (Tabla 3). Esta propiedad no fue influenciada por la temperatura de secado al tamaño de partícula de 500 μ m.

Tabla 3. Efecto de la temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de retención de agua del subproducto de cacao

CRA (g agua/g muestra seca)				
Temperatura (° C)				
Tamaño (µm)	40	50	60	70
2000	8.75 ± 0.07 abcA	10.23 ± 0.22 abB	9.58 ± 0.40 abB	8.65 ± 0.24 abA
1000	9.99 ± 0.54 deA	8.38 ± 0.58 cB	10.06 ± 0.38 abA	8.16 ± 0.32 bB
710	10.59 ± 0.25 dA	10.14 ± 0.17 abAB	8.16 ± 0.11 cC	9.97 ± 0.27 cB
500	9.24 ± 0.48 abeA	9.53 ± 0.27 bA	9.25 ± 0.50 bA	10.05 ± 0.20 cA
355	9.64 ± 0.27 adeA	10.67 ± 0.24 aB	10.33 ± 0.51 aAB	8.46 ± 0.19 bC
250	8.10 ± 0.36 cA	8.47 ± 0.35 cA	8.01 ± 0.32 cA	10.17 ± 0.52 cB
125	9.56 ± 0.18 deA	9.65 ± 0.19 bA	7.99 ± 0.32 cB	8.79 ± 0.07 abC
106	8.43 ± 0.41 bcA	9.92 ± 0.16 abB	9.75 ± 0.27 abB	9.50 ± 0.43 acB

Letras minúsculas diferentes dentro de la misma columna indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Elaboración: La autora

La CRA obtenida en los subproductos de maracuyá y cacao fue mayor a la reportada en subproductos de ambarella (2.73g/g; 500µm),⁴⁶ lima (5.15g/g; 500µm),⁴⁶ naranja (1.65g/g; 318µm),¹⁹ toronja (2.09g/g; 318µm),¹⁹ granada (4.9g/g; 417µm),² manzana (4.2g/g; 560µm)¹¹ y menor a la de subproductos de piña (14.6g/g; 220-640µm),¹ pera (12.2g/g; 800µm),³⁴ guayaba (10.2g/g; 220-640µm)¹ y col (17.39g/g; 300-450µm).⁴⁷

⁴⁶ Koubala, B. B., Kansci, G., Garnier, C., Thibault, J. F., & Ralet, M. C. (2011). Physicochemical proprieties of dietary fibres prepared from ambarella (*Spondias cytherea*) and mango (*Mangifera indica*) peels. *Food Bioprocess Technology*.

¹⁹ Figuerola, F.; Hurtado, M.; Estévez, A.; Chiffelle, I.; Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(2005), 395-401.

² Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Martín Sánchez, A., Sánchez-Zapata, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez – Álvarez, J.A. (2012). Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum* L) bagasses power co-product. *Journal of Food Engineering*, 110(2012), 220-224.

¹¹ Guillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33(2000), 233-245.

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

³⁴ Grigelmo-Miguel, N., & Marín-Belloso, O. (1999). Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Food Technology Department*, 32(1999), 503-508.

⁴⁷ Jongaroontaprangsee, S., Tritrong, W., Chokanaporn, W., Methacanon P., Devahastin, S., & Chiewchan, N. (2013). Effects of Drying Temperature and Particle Size on Hydration Properties of Dietary Fiber Powder from Lime and Cabbage By-Products. *International Journal of Food properties*, 10(2013), 887-897.

Los subproductos de cacao a 250µm (70°C), 355µm (50, 60°C), 500µm (70°C), 710µm (40, 50°C), 1000µm (60°C) y 2000µm (50°C) mostraron altos valores de CRA en función al criterio de Leterme et al, (1998) quienes afirman que una alta CRA oscila entre 10 y 12g/g.

Tanto los subproductos de maracuyá como los de cacao presentaron valores de CRA más altos que los obtenidos en los alimentos utilizados tradicionalmente como fuente de fibra: salvado de trigo (2.48g/g; 600µm),³³ salvado de arroz (4.89g/g; 600µm)⁴⁹ y salvado de avena (2.8g/g; 800µm)³⁴ lo que significa una ventaja para su utilización como ingredientes alimentarios.

Grigelmo et al., (1999) señalan que la CRA está relacionada con la cantidad de FDS. Aunque no existió una marcada diferencia entre la CRA de los subproductos de maracuyá y cacao, se evidenció algunos valores más altos de CRA en cacao a pesar de tener menor contenido de FDS (4.12g/g)¹³ que la de maracuyá (35.5g/g).¹ Lo cual podría corroborar que las propiedades de hidratación de la fibra son específicos para cada fuente de fibra.⁴³

4.2 Capacidad de hinchamiento

En la CH de los subproductos de maracuyá no se observó efecto ($p>0.05$) de la temperatura de secado a los tamaños de partícula de 1000, 710 y 500µm; y a 60°C el tamaño de partícula no influyó en la CH. Los valores oscilaron entre 6.90mL/g muestra seca (355µm a 50°C) y 5.03mL/g muestra seca (1000µm a 50°C) (Tabla 4).

⁴⁸ Leterme, P., Froidmont, E., Rossi, F., & Théwis, A. (1998). The high waterholding capacity of pea inner fibers affects the ileal flow of endogenous amino acids in pigs. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46(1998), 1927 – 1934.

³³ Zambrano, Z., María de la Luz, Meléndez-Pérez, R., & Gallardo-Navarro, Y. (2001). Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. En *Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud*. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Editado por Lajolo, M., F. Saura-Calixto, E. Witting y E. Wenzel. Varela Editora, Brasil, 195-209.

⁴⁹ Abdul, H., & Luan, Y. (2000). Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*, 68(2000), 15-19.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao L*) co-products. *Food Research International*, 49(2012), 39-45.

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

⁴³ Auffret, A., Ralet, M. C., Guillon, F., Barry, J. L., & Thibault, J. F. (1994). Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 27(1994),166–172.

Tabla 4. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de hinchamiento del subproducto de maracuyá

Tamaño (µm)	CH (mL/g muestra seca)			
	Temperatura (° C)			
	40	50	60	70
2000	6.09 ± 0.33 abA	5.08 ± 0.16 aB	5.95 ± 0.33 aA	5.99 ± 0.17 abA
1000	6.52 ± 0.52 abA	5.03 ± 0.25 aA	5.67 ± 1.08 aA	5.56 ± 0.28 bA
710	6.21 ± 0.49 abA	5.85 ± 0.46 abA	5.65 ± 0.71 aA	6.00 ± 0.29 abA
500	5.54 ± 0.34 aA	6.33 ± 0.21 bcA	5.44 ± 0.13 aA	5.72 ± 0.54 bA
355	6.89 ± 0.20 bA	6.90 ± 0.39 cA	5.92 ± 0.27 aB	6.66 ± 0.11 aA

Letras minúsculas diferentes dentro de la misma columna indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Elaboración: La autora

Según se muestra en la tabla 5 la CH de los subproductos de cacao varió entre 16.70mL/g muestra seca (250µm a 40°C) y 14.45mL/g muestra seca (1000µm a 70°C). En los tamaños de partícula de 355 y 106µm no se evidenció efecto ($p > 0.05$) de la temperatura de secado en los valores de CH.

Tabla 5. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de hinchamiento del subproducto de cacao

Tamaño (µm)	CH (mL /g muestra seca)			
	Temperatura (° C)			
	40	50	60	70
2000	15.88 ± 0.42 abA	14.75 ± 0.33 aC	15.77 ± 0.44 abAB	14.85 ± 0.22 aBC
1000	15.72 ± 0.04 bA	16.05 ± 0.47 bA	14.86 ± 0.29 bB	14.45 ± 0.27 aB
710	16.61 ± 0.24 acA	14.75 ± 0.13 aB	15.00 ± 0.53 bB	14.72 ± 0.40 aB
500	14.47 ± 0.27 dA	16.34 ± 0.24 bB	16.00 ± 0.91 abB	14.65 ± 0.25 aA
355	15.98 ± 0.35 abcA	15.87 ± 0.40 bA	15.49 ± 0.81 abA	15.05 ± 0.41 abA
250	16.70 ± 0.11 cA	16.16 ± 0.52 bA	15.96 ± 0.36 abA	14.96 ± 0.31 abB
125	16.67 ± 0.14 cA	16.03 ± 0.16 bAB	16.62 ± 0.29 aA	15.92 ± 0.35 bB
106	14.68 ± 0.40 dA	14.90 ± 0.07 aA	14.67 ± 0.40 bA	14.78 ± 0.49 aA

Letras minúsculas diferentes dentro de la misma columna indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Elaboración: La autora

La CH de los subproductos de maracuyá fue mayor a la reportada en subproductos de piña (3.4mL/g; 1000µm),⁵⁰ limón (3.85mL/g; 1000µm),⁵⁰ naranja (3.9mL/g; 1000µm)⁵⁰ y mandarina (2.7mL/g; 1000µm);⁵⁰ similar a la obtenida en subproductos de mango (6.4mL/g; 220-640µm),¹ manzana (6.0mL/g; 500µm),⁵¹ salvado de maíz (5.7mL/g; 315µm)⁵¹, salvado de avena (6.40mL/g; 600µm)⁴³ y salvado de trigo (5.9mL/g; 320µm).⁴³ Tanto los subproductos de maracuyá como los de cacao mostraron valores de CH menores a los reportados en subproductos de remolacha azucarera (21.4mL/g; 385µm),⁴³ zanahoria (18mL/g; 123µm),⁵² col (21.41mL/g; 300-450µm)⁵³ y coco (20mL/g; 550µm).¹²

De manera general la CH de los subproductos de cacao fue mayor a la presentada por los de maracuyá. Esto se podría explicar debido a que la relación de FDI/FDS reportada en cáscara de cacao (18.4:1)¹³, es mayor a la de subproductos de maracuyá (1.3:1); López et al., (1996) y Femenia et al., (1997) señalan que la CH se incrementa con la cantidad de FDI.¹

En la CRA y la CH para ambas fuentes de fibra estudiadas no se evidenció una marcada tendencia en función a la temperatura de secado, tamaño de partícula e interacción de estos factores.

⁵⁰ Flórez, O., Román, O., Martínez, O., Gutiérrez, L., & Medina, G. (2006). Optimization of a solid prepare of dietary fiber from different remainders of fruits. *Revista de la Facultad de Química Farmaceutica*, 13(2006), 10-15.

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

⁵¹ Ralet, M. C., Della Valle, G., & Thibault, J. F. (1993). Raw and extruded fibre from pea hulls. Part I: composition and physico-chemical properties. *Carbohydrate polymers*, 20(1993),17-23.

⁴³ Auffret, A., Ralet, M. C., Guillon, F., Barry, J. L., & Thibault, J. F. (1994). Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 27(1994),166-172.

⁵² Chau, C. F., Wang, Y. T., & Wen, Y. L. (2007). Different micronization methods significantly improve the functionality of carrot insoluble fibre. *Food Chemistry*, 100(2007), 1402-1408.

⁵³ Larrauri, J.A., Rupérez, P., Borroto, B & Saura-Calixto, F. (1997). Seasonal changes in the composition and properties of a high dietary fiber powder from grapefruit peel. *Journal of Science and Food Agriculture*, 74 (1997), 308-312.

¹² Raghavendra, S. N., Ramachandra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S., & Tharanathan, R. N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*, 72(2006), 281-286.

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

³⁰ López, G., Ros, G., Rincón, F., Periago, M., Martínez, M., Ortuño, J. (1996) Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1996), 2773-2778.

¹³ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., 7 Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao L*) co-products. *Food Research International*, 49(2012), 39-45.

4.3 Capacidad de retención de grasa

Los valores de CRG de los subproductos de maracuyá que se muestran en la Tabla 6 no fueron influenciados ($p>0.05$) por la temperatura de secado a los tamaños de partícula de 2000 y 1000 μm , de igual forma a 60°C por el tamaño de partícula.

La CRG varió entre 3.03g aceite/g muestra seca (2000 μm a 40°C) y 0.85g aceite/g muestra seca (355 μm a 50°C). A las temperaturas de secado de 50 y 60°C se observó una disminución de la CRG al reducir el tamaño de partícula.

Tabla 6. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de retención de grasa del subproducto de maracuyá

Tamaño (μm)	CRG (g aceite/g muestra seca)			
	Temperatura (°C)			
	40	50	60	70
2000	3.03 \pm 0.41 aA	2.64 \pm 0.64 aA	2.29 \pm 1.10 aA	2.26 \pm 0.22 aA
1000	2.36 \pm 0.60 abA	2.30 \pm 0.34 aA	2.02 \pm 0.35 aA	2.45 \pm 0.16 aA
710	1.27 \pm 0.45 bA	1.13 \pm 0.31 bA	1.44 \pm 0.47 aAB	2.49 \pm 0.42 aB
500	2.61 \pm 0.24 aA	1.01 \pm 0.31 bB	1.32 \pm 0.45 aB	1.11 \pm 0.11 bB
355	1.44 \pm 0.26 bA	0.85 \pm 0.08 bB	0.99 \pm 0.18 aB	1.02 \pm 0.10 bAB

Letras minúsculas diferentes dentro de la misma columna indican diferencia significativa ($p>0,05$)

Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p>0,05$)

Elaboración: La autora

Los subproductos de maracuyá a los tamaños de partícula de 2000 y 1000 μm mostraron valores de CRG mayores a los reportados para frutas y vegetales (<2g/g).¹⁰ Esto está relacionado con la mayor capacidad para retener componentes de naturaleza aceitosa que presentan las partículas de gran tamaño y área superficial.³⁶

¹⁰Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

³⁶Sánchez-Guzmán, B. (2005). Caracterización Físicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética del Fruto del Nispero (*Eriobotrya japonica*) y de la Cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica* L). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Instituto de Agroindustrias.

En la tabla 7 se muestra la CRG de los subproductos de cacao, la misma que no fue influenciada ($p>0.05$) por la temperatura de secado a los tamaños de partícula de 1000, 500, 355 y 106 μm , similar a lo presentado a 40°C por el tamaño de partícula. Los valores de CRG oscilaron entre 3.08 (50°C en 2000 μm) y 1.41g aceite/g muestra seca (70°C en 2000 μm).

Tabla 7. Efecto de temperatura de secado y tamaño de partícula en la capacidad de retención de grasa del subproducto de cacao

Tamaño (μm)	CRG (g aceite/g muestra seca)			
	Temperatura (° C)			
	40	50	60	70
2000	1.85 ± 0.26 aA	3.08 ± 0.41 aB	1.90 ± 0.27 abA	1.41 ± 0.09 aA
1000	1.72 ± 0.08 aA	1.42 ± 0.09 bA	1.45 ± 0.04 cA	1.60 ± 0.24 aA
710	1.95 ± 0.09 aA	1.39 ± 0.11 bC	1.44 ± 0.01 cBC	1.89 ± 0.33 abAB
500	1.69 ± 0.25 aA	1.71 ± 0.51 bA	2.18 ± 0.16 aA	1.42 ± 0.06 aA
355	1.88 ± 0.42 aA	1.47 ± 0.07 bA	1.57 ± 0.04 bcA	1.61 ± 0.21 aA
250	1.75 ± 0.04 aA	1.44 ± 0.15 bA	1.67 ± 0.05 bcA	2.42 ± 0.47 bB
125	1.88 ± 0.03 aA	1.94 ± 0.10 bA	2.25 ± 0.18 aB	2.09 ± 0.07 abAB
106	1.98 ± 0.09 aA	1.76 ± 0.45 bA	2.19 ± 0.02 aA	1.73 ± 0.41 abA

Letras minúsculas diferentes dentro de la misma columna indican diferencia significativa ($p>0,05$)

Letras mayúsculas diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p>0,05$)

Elaboración: La autora

La CRG de los subproductos de maracuyá y cacao fue mayor a la reportada en subproductos de piña (0.7g/g; 220-640 μm)¹, guayaba (0.7g/g; 220-640 μm)¹ y limón (0.7g/g; 1000 μm)⁵⁰; similar a la obtenida en subproductos de zanahoria (1.92g/g; 123 μm)⁵³, níspero (1.29g/g; 500 μm)³⁶ mango Obo (1.38g/g; 500 μm)³⁶ y menor a la de

¹ Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J & Viudas-Martos M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(2012), 1520-1526.

⁵⁰ Flórez, O., Román, O., Martínez, O., Gutiérrez, L., & Medina, G. (2006). Optimization of a solid prepare of dietary fiber from different remainders of fruits. *Revista de la Facultad de Química Farmaceutica*, 13(2006), 10-15.

⁵³ Larrauri, J.A., Rupérez, P., Borroto, B & Saura-Calixto, F. (1997). Seasonal changes in the composition and properties of a high dietary fiber powder from grapefruit peel. *Journal of Science and Food Agriculture*, 74 (1997), 308-312.

los subproductos de coco (4.80g/g; 390 μ m),¹² remolacha azucarera (5.10g/g; 385 μ m),⁴³ naranja (6.5g/g; 180 μ m),⁷ bagazo de granada (5.90g/g; 417 μ m)² y salvado de arroz (4.54g/g; 600 μ m).⁴⁷ Los subproductos de maracuyá y cacao en algunos tratamientos presentaron una CRG dentro del rango indicado como característico para los cereales (2-4g/g).¹⁰

Al igual que en las propiedades de hidratación el efecto de la temperatura de secado y el tamaño de partícula sobre la capacidad de retención de grasa no evidenció una tendencia definida.

¹² Raghavendra, S. N., Ramachandra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Kumar, S., & Tharanathan, R. N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*, 72(2006), 281-286.

⁴³ Auffret, A., Ralet, M. C., Guillon, F., Barry, J. L., & Thibault, J. F. (1994). Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 27(1994), 166-172.

⁷ Garau, M. C., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry*, 104(2007), 1014-1024.

² Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Martín Sánchez, A., Sánchez-Zapata, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez – Álvarez, J.A. (2012). Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum* L) bagasses power co-product. *Journal of Food Engineering*, 110(2012), 220-224.

⁴⁷ Jongaroontaprangsee, S., Tritrong, W., Chokanaporn, W., Methacanon P., Devahastin, S., & Chiewchan, N. (2013). Effects of Drying Temperature and Particle Size on Hydration Properties of Dietary Fiber Powder from Lime and Cabbage By-Products. *International Journal of Food properties*, 10(2013), 887-897.

¹⁰ Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & Bourgeois, C.M. (1997). Physical and sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*, 62(1997), 635-639.

V. CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

- A la temperatura de 50°C y tamaño de partícula de 710µm se evidenció el máximo valor de CRA en los subproductos de maracuyá; en tanto que los subproductos de cacao mostraron una alta CRA (>10g/g) en los tratamientos a 40°C (710µm), 50°C (355, 710, 2000µm), 60°C (355, 1000µm) y 70°C (250, 500µm).
- Los subproductos de cacao en todos los tratamientos presentaron una alta CH (>14mL/g) siendo los más destacables a 40°C (125, 250, 710µm), 50°C (500µm) y 60°C (125µm); entre tanto la CH de los subproductos de maracuyá fue similar a la presentada por los cereales (5-6mL/g), mostrándose un aumento de la misma a un tamaño de partícula de 355µm con las temperaturas de secado de 40, 50 y 70°C.
- Se evidenció una mejor CRG en los subproductos de maracuyá en los tamaños de partícula de 2000 a 1000µm, y en la cáscara de cacao en 2000µm a 50°C.
- El efecto de la temperatura de secado, el tamaño de partícula y la interacción de ambos factores sobre las propiedades tecno-funcionales de los subproductos estudiados no se manifestó como una tendencia definida.
- La influencia de la temperatura de secado y el tamaño de partícula fue específico para cada subproducto y propiedad tecno-funcional.

VI. RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

- Para determinar las propiedades tecno-funcionales en subproductos de maracuyá que contengan semillas, se recomienda no trabajar con tamaños de partícula menores a 355 μ m, debido a que estas presentan un alto contenido de aceite, que dificulta el proceso de molienda y tamizado.
- A más de los resultados del presente trabajo, para decidir la temperatura de deshidratación de los subproductos se debe considerar los riesgos microbiológicos.
- Implementar un sistema de molienda que permita triturar fácilmente la cáscara y semilla de maracuyá sin generar sobrecalentamiento para poder aprovechar integralmente el subproducto.

VII. ANEXOS

ANEXO 1

DATOS EXPERIMENTALES DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

Tabla 8. Subproducto de maracuyá

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo húmedo (g)	Peso Residuo seco (g)	CRA (g agua/g muestra)	Humedad (%)
40	2000	1.07770	5.67213	0.79754	6.11	7.86
40	2000	1.02159	4.42032	0.57751	6.65	7.86
40	2000	1.01354	4.39016	0.61929	6.09	7.86
40	1000	1.09290	5.99158	0.78678	6.62	7.86
40	1000	1.03146	6.31899	0.78985	7.00	7.86
40	1000	1.03275	6.40105	0.77098	7.30	7.86
40	710	1.09680	4.93110	0.56763	7.69	7.86
40	710	1.02580	4.31530	0.58316	6.40	7.86
40	710	1.00514	4.72169	0.58653	7.05	7.86
40	500	1.06607	4.46734	0.53659	7.33	7.86
40	500	1.00413	5.92358	0.73388	7.07	7.86
40	500	1.08236	5.29997	0.59932	7.84	7.86
40	355	1.04148	5.03163	0.54350	8.26	7.86
40	355	1.03713	4.46294	0.46826	8.53	7.86
40	355	1.04706	4.60573	0.50288	8.16	7.86
50	2000	1.01236	4.40147	0.55419	6.94	5.74
50	2000	1.03068	4.25729	0.47830	7.90	5.74
50	2000	1.07926	4.40637	0.51728	7.52	5.74
50	1000	1.02185	5.27344	0.57412	8.19	5.74
50	1000	1.03783	5.29854	0.61799	7.57	5.74
50	1000	1.08214	6.23871	0.72324	7.63	5.74
50	710	1.04679	4.11799	0.39801	9.35	5.74
50	710	1.06357	5.29195	0.53764	8.84	5.74
50	710	1.07487	5.40885	0.54847	8.86	5.74
50	500	1.02480	4.34170	0.57832	6.51	5.74
50	500	1.00080	4.33179	0.54370	6.97	5.74
50	500	1.04918	4.52078	0.62214	6.27	5.74
50	355	1.05644	5.23108	0.72682	6.20	5.74
50	355	1.05169	4.64644	0.59736	6.78	5.74

Tabla 8. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo húmedo (g)	Peso Residuo seco (g)	CRA (g agua/g muestra)	Humedad (%)
50	355	1.08966	4.76490	0.61496	6.75	5.74
60	2000	1.01547	6.22810	0.77482	7.04	7.36
60	2000	1.02411	5.41186	0.72807	6.43	7.36
60	2000	1.00611	6.13858	0.78447	6.83	7.36
60	1000	1.03692	5.46673	0.68578	6.97	7.36
60	1000	1.00726	5.07872	0.71854	6.07	7.36
60	1000	1.04942	6.05052	0.83423	6.25	7.36
60	710	1.03302	4.87370	0.61499	6.92	7.36
60	710	1.07294	6.14215	0.85563	6.18	7.36
60	710	1.06849	4.86614	0.55073	7.84	7.36
60	500	1.01235	5.60988	0.66169	7.48	7.36
60	500	1.06880	6.27288	0.78346	7.01	7.36
60	500	1.02223	5.17669	0.66178	6.82	7.36
60	355	1.07447	5.05356	0.68266	6.40	7.36
60	355	1.06935	4.20716	0.50363	7.35	7.36
60	355	1.06303	4.03090	0.50486	6.98	7.36
70	2000	1.06620	4.60580	0.56485	7.15	6.31
70	2000	1.08350	5.26447	0.72910	6.22	6.31
70	2000	1.05987	5.50530	0.74061	6.43	6.31
70	1000	1.02455	6.24631	0.83310	6.50	6.31
70	1000	1.01750	5.67820	0.72014	6.88	6.31
70	1000	1.01262	6.00703	0.81135	6.40	6.31
70	710	1.06767	4.07789	0.43262	8.43	6.31
70	710	1.00929	5.92732	0.67879	7.73	6.31
70	710	1.06172	5.40582	0.61466	7.79	6.31
70	500	1.02971	6.40255	0.76337	7.39	6.31
70	500	1.02348	6.16897	0.76342	7.08	6.31
70	500	1.05146	5.86148	0.73859	6.94	6.31
70	355	1.08581	5.85027	0.83460	6.01	6.31
70	355	1.03360	5.80202	0.75833	6.65	6.31
70	355	1.09330	5.28033	0.70390	6.50	6.31

Tabla 9. Subproducto de cacao

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo húmedo (g)	Peso Residuo seco (g)	CRA (g agua/g muestra)	Humedad (%)
40	2000	1.04213	9.44663	1.05313	7.97	8.24
40	2000	1.01242	10.06871	1.10660	8.10	8.24
40	2000	1.07940	9.53205	1.05544	8.03	8.24
40	1000	1.04655	10.80071	1.12527	8.60	8.24
40	1000	1.01269	10.37706	1.00164	9.36	8.24
40	1000	1.01687	10.43408	0.99038	9.54	8.24
40	710	1.02213	9.57557	0.89490	9.70	8.24
40	710	1.03369	11.01676	1.00559	9.96	8.24
40	710	1.01329	9.76249	0.93050	9.49	8.24
40	500	1.08095	9.58559	1.00716	8.52	8.24
40	500	1.02026	10.80344	1.19684	8.03	8.24
40	500	1.05521	10.43094	1.05383	8.90	8.24
40	355	1.00630	10.14101	1.00458	9.09	8.24
40	355	1.02185	10.36380	1.08040	8.59	8.24
40	355	1.02578	10.69346	1.08681	8.84	8.24
40	250	1.06192	10.32063	1.28063	7.06	8.24
40	250	1.06679	11.24264	1.29664	7.67	8.24
40	250	1.03456	10.52113	1.22800	7.57	8.24
40	125	1.00665	8.44238	0.84734	8.96	8.24
40	125	1.03225	8.32799	0.86310	8.65	8.24
40	125	1.08253	8.78530	0.90487	8.71	8.24
40	106	1.09906	10.24791	1.12134	8.14	8.24
40	106	1.00283	10.01694	1.19441	7.39	8.24
40	106	1.01058	10.84499	1.24765	7.69	8.24
50	2000	1.07231	10.30263	0.99806	9.32	9.3
50	2000	1.06468	10.44606	0.99881	9.46	9.3
50	2000	1.06871	10.16201	1.00987	9.06	9.3
50	1000	1.02578	9.86011	1.23303	7.00	9.3
50	1000	1.05414	10.18730	1.15693	7.81	9.3
50	1000	1.03691	10.40030	1.15626	7.99	9.3
50	710	1.01791	10.53399	1.05001	9.03	9.3
50	710	1.01965	10.42337	1.00860	9.33	9.3
50	710	1.05377	10.85764	1.06209	9.22	9.3

Tabla 9. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo húmedo (g)	Peso Residuo seco (g)	CRA (g agua/g muestra)	Humedad (%)
50	500	1.08284	10.94881	1.11446	8.82	9.3
50	500	1.09061	11.31958	1.20935	8.36	9.3
50	500	1.04313	11.52649	1.18373	8.74	9.3
50	355	1.02171	11.15125	1.02632	9.87	9.3
50	355	1.03475	11.30601	1.05403	9.73	9.3
50	355	1.02103	10.62104	1.01798	9.43	9.3
50	250	1.03950	11.55545	1.30049	7.89	9.3
50	250	1.08303	10.92353	1.31367	7.32	9.3
50	250	1.02441	11.58346	1.30802	7.86	9.3
50	125	1.00550	9.28378	0.93927	8.88	9.3
50	125	1.01827	9.56132	1.00062	8.56	9.3
50	125	1.07967	9.10523	0.92706	8.82	9.3
50	106	1.01693	9.45506	0.93219	9.14	9.3
50	106	1.08578	9.15417	0.91612	8.99	9.3
50	106	1.00151	9.49852	0.96400	8.85	9.3
60	2000	1.08876	8.48204	0.90262	8.40	7.85
60	2000	1.02723	8.37065	0.83185	9.06	7.85
60	2000	1.00341	8.07872	0.80640	9.02	7.85
60	1000	1.00261	10.95587	1.09649	8.99	7.85
60	1000	1.00283	10.66024	0.99958	9.66	7.85
60	1000	1.02935	11.33022	1.11443	9.17	7.85
60	710	1.02894	10.31959	1.22173	7.45	7.85
60	710	1.08706	10.65104	1.25523	7.49	7.85
60	710	1.04455	10.49117	1.21467	7.64	7.85
60	500	1.04677	10.23304	1.03032	8.93	7.85
60	500	1.02195	9.81952	1.08873	8.02	7.85
60	500	1.01711	9.46751	0.98502	8.61	7.85
60	355	1.00416	10.65774	0.98543	9.82	7.85
60	355	1.05629	10.86969	1.00885	9.77	7.85
60	355	1.04531	10.02290	1.00486	8.97	7.85
60	250	1.04697	10.53353	1.30083	7.10	7.85
60	250	1.03020	10.07528	1.15898	7.69	7.85
60	250	1.00246	10.18611	1.21917	7.35	7.85

Tabla 9. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo húmedo (g)	Peso Residuo seco (g)	CRA (g agua/g muestra)	Humedad (%)
60	125	1.01450	9.99126	1.24598	7.02	7.85
60	125	1.06542	9.16948	1.07898	7.50	7.85
60	125	1.03668	9.01034	1.05260	7.56	7.85
60	106	1.03553	10.56012	1.08625	8.72	7.85
60	106	1.09722	10.04408	1.00229	9.02	7.85
60	106	1.00258	10.37881	1.01633	9.21	7.85
70	2000	1.00718	8.10842	0.92735	7.74	8.11
70	2000	1.05096	8.22983	0.92095	7.94	8.11
70	2000	1.00878	8.08619	0.88133	8.17	8.11
70	1000	1.04131	9.06669	1.10554	7.20	8.11
70	1000	1.05275	9.54317	1.08543	7.79	8.11
70	1000	1.02171	9.17699	1.07834	7.51	8.11
70	710	1.03059	9.19801	0.88184	9.43	8.11
70	710	1.00696	9.49535	0.93858	9.12	8.11
70	710	1.00183	9.96675	1.00239	8.94	8.11
70	500	1.04636	9.91065	0.96531	9.27	8.11
70	500	1.08901	9.61700	0.92496	9.40	8.11
70	500	1.03190	9.44042	0.94090	9.03	8.11
70	355	1.00070	11.52493	1.32384	7.71	8.11
70	355	1.00525	11.38587	1.31622	7.65	8.11
70	355	1.08141	11.47819	1.27955	7.97	8.11
70	250	1.04723	9.02227	0.92187	8.79	8.11
70	250	1.00871	9.19287	0.86775	9.59	8.11
70	250	1.00674	9.35831	0.87927	9.64	8.11
70	125	1.01722	8.06683	0.88304	8.14	8.11
70	125	1.09387	8.54317	0.94877	8.00	8.11
70	125	1.08729	8.25568	0.90668	8.11	8.11
70	106	1.06298	9.64719	1.03889	8.29	8.11
70	106	1.01835	8.63969	0.87677	8.85	8.11
70	106	1.02113	8.78225	0.87404	9.05	8.11

ANEXO 2

DATOS EXPERIMENTALES DE LA CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO

Tabla 10. Subproducto de maracuyá

Muestra		Peso Muestra (g)	Volumen Muestra hidratada (g)	CH (mL/g)	Humedad (%)
40	2000	0.20156	1.1	5.46	7.86
40	2000	0.20305	1.1	5.42	7.86
40	2000	0.20148	1.2	5.96	7.86
40	1000	0.20115	1.1	5.47	7.86
40	1000	0.21076	1.3	6.17	7.86
40	1000	0.20362	1.3	6.38	7.86
40	710	0.21034	1.3	6.18	7.86
40	710	0.21057	1.2	5.70	7.86
40	710	0.20829	1.1	5.28	7.86
40	500	0.23921	1.3	5.43	7.86
40	500	0.21761	1.1	5.05	7.86
40	500	0.20747	1.0	4.82	7.86
40	355	0.21639	1.4	6.47	7.86
40	355	0.21199	1.3	6.13	7.86
40	355	0.20200	1.3	6.44	7.86
50	2000	0.20427	1.0	4.90	5.74
50	2000	0.21633	1.0	4.62	5.74
50	2000	0.20574	1.0	4.86	5.74
50	1000	0.20362	1.0	4.91	5.74
50	1000	0.20596	1.0	4.86	5.74
50	1000	0.20129	0.9	4.47	5.74
50	710	0.20014	1.2	6.00	5.74
50	710	0.21345	1.1	5.15	5.74
50	710	0.20352	1.1	5.40	5.74
50	500	0.20544	1.2	5.84	5.74
50	500	0.20982	1.3	6.20	5.74
50	500	0.20465	1.2	5.86	5.74
50	355	0.21071	1.3	6.17	5.74
50	355	0.20208	1.3	6.43	5.74
50	355	0.20278	1.4	6.90	5.74
60	2000	0.20485	1.1	5.37	7.36

Tabla 10. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Volumen Muestra hidratada (g)	CH (mL/g)	Humedad (%)
60	2000	0.20468	1.2	5.86	7.36
60	2000	0.20740	1.1	5.30	7.36
60	1000	0.23097	1.1	4.76	7.36
60	1000	0.20297	1.3	6.40	7.36
60	1000	0.21778	1.0	4.59	7.36
60	710	0.20665	1.0	4.84	7.36
60	710	0.20033	1.2	5.99	7.36
60	710	0.22578	1.1	4.87	7.36
60	500	0.21250	1.1	5.18	7.36
60	500	0.20038	1.0	4.99	7.36
60	500	0.20159	1.0	4.96	7.36
60	355	0.20164	1.1	5.46	7.36
60	355	0.20860	1.2	5.75	7.36
60	355	0.20964	1.1	5.25	7.36
70	2000	0.20090	1.1	5.48	6.31
70	2000	0.20707	1.2	5.80	6.31
70	2000	0.23320	1.3	5.57	6.31
70	1000	0.20924	1.1	5.26	6.31
70	1000	0.20311	1.0	4.92	6.31
70	1000	0.20208	1.1	5.44	6.31
70	710	0.20508	1.1	5.36	6.31
70	710	0.20343	1.2	5.90	6.31
70	710	0.21453	1.2	5.59	6.31
70	500	0.20038	1.1	5.49	6.31
70	500	0.20809	1.0	4.81	6.31
70	500	0.20708	1.2	5.79	6.31
70	355	0.21118	1.3	6.16	6.31
70	355	0.20956	1.3	6.20	6.31
70	355	0.20462	1.3	6.35	6.31

Tabla 11. Subproducto de cacao

Muestra		Peso Muestra (g)	Volumen Muestra hidratada (g)	CH (mL/g)	Humedad (%)
40	2000	0.20340	3.0	14.75	8.24
40	2000	0.20228	3.0	14.83	8.24
40	2000	0.20531	2.9	14.12	8.24
40	1000	0.20160	2.9	14.38	8.24
40	1000	0.20766	3.0	14.45	8.24
40	1000	0.21474	3.1	14.44	8.24
40	710	0.20645	3.1	15.02	8.24
40	710	0.20313	3.1	15.26	8.24
40	710	0.20051	3.1	15.46	8.24
40	500	0.20675	2.8	13.54	8.24
40	500	0.20495	2.7	13.17	8.24
40	500	0.21438	2.8	13.06	8.24
40	355	0.20300	2.9	14.29	8.24
40	355	0.20256	3.0	14.81	8.24
40	355	0.20832	3.1	14.88	8.24
40	250	0.20118	3.1	15.41	8.24
40	250	0.20846	3.2	15.35	8.24
40	250	0.20369	3.1	15.22	8.24
40	125	0.20397	3.1	15.20	8.24
40	125	0.20068	3.1	15.45	8.24
40	125	0.20979	3.2	15.25	8.24
40	106	0.20366	2.7	13.26	8.24
40	106	0.20352	2.7	13.27	8.24
40	106	0.20148	2.8	13.90	8.24
50	2000	0.21177	2.9	13.69	9.3
50	2000	0.20991	2.8	13.34	9.3
50	2000	0.20608	2.7	13.10	9.3
50	1000	0.20530	2.9	14.13	9.3
50	1000	0.20031	3.0	14.98	9.3
50	1000	0.20577	3.0	14.58	9.3
50	710	0.20011	2.7	13.49	9.3
50	710	0.20353	2.7	13.27	9.3
50	710	0.21686	2.9	13.37	9.3
50	500	0.20095	3.0	14.93	9.3

Tabla 11. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Volumen Muestra hidratada (g)	CH (mL/g)	Humedad (%)
50	500	0.20594	3.0	14.57	9.3
50	500	0.20051	3.0	14.96	9.3
50	355	0.20233	2.9	14.33	9.3
50	355	0.20618	2.9	14.07	9.3
50	355	0.20292	3.0	14.78	9.3
50	250	0.20284	2.9	14.30	9.3
50	250	0.20710	3.0	14.49	9.3
50	250	0.20408	3.1	15.19	9.3
50	125	0.20077	2.9	14.44	9.3
50	125	0.20407	3.0	14.70	9.3
50	125	0.20738	3.0	14.47	9.3
50	106	0.20022	2.7	13.49	9.3
50	106	0.20043	2.7	13.47	9.3
50	106	0.20616	2.8	13.58	9.3
60	2000	0.20995	3.1	14.77	7.85
60	2000	0.20627	2.9	14.06	7.85
60	2000	0.21006	3.1	14.76	7.85
60	1000	0.20914	2.9	13.87	7.85
60	1000	0.20172	2.7	13.38	7.85
60	1000	0.20246	2.8	13.83	7.85
60	710	0.20518	2.8	13.65	7.85
60	710	0.21555	2.9	13.45	7.85
60	710	0.20873	3.0	14.37	7.85
60	500	0.20090	3.1	15.43	7.85
60	500	0.20022	3.0	14.98	7.85
60	500	0.20281	2.8	13.81	7.85
60	355	0.20705	2.8	13.52	7.85
60	355	0.20642	3.1	15.02	7.85
60	355	0.20318	2.9	14.27	7.85
60	250	0.20246	3.0	14.82	7.85
60	250	0.20718	3.1	14.96	7.85
60	250	0.20924	3.0	14.34	7.85
60	125	0.20036	3.1	15.47	7.85

Tabla 11. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Volumen Muestra hidratada (g)	CH (mL/g)	Humedad (%)
60	125	0.20044	3.1	15.47	7.85
60	125	0.20001	3.0	15.00	7.85
60	106	0.20350	2.7	13.27	7.85
60	106	0.20802	2.9	13.94	7.85
60	106	0.20227	2.7	13.35	7.85
70	2000	0.20336	2.8	13.77	8.11
70	2000	0.20357	2.8	13.75	8.11
70	2000	0.21626	2.9	13.41	8.11
70	1000	0.21431	2.9	13.53	8.11
70	1000	0.20717	2.7	13.03	8.11
70	1000	0.21084	2.8	13.28	8.11
70	710	0.20455	2.7	13.20	8.11
70	710	0.20058	2.7	13.46	8.11
70	710	0.20103	2.8	13.93	8.11
70	500	0.21941	2.9	13.22	8.11
70	500	0.20747	2.8	13.50	8.11
70	500	0.21203	2.9	13.68	8.11
70	355	0.20463	2.9	14.17	8.11
70	355	0.20115	2.7	13.42	8.11
70	355	0.20861	2.9	13.90	8.11
70	250	0.20793	2.9	13.95	8.11
70	250	0.20115	2.7	13.42	8.11
70	250	0.20922	2.9	13.86	8.11
70	125	0.20222	2.9	14.34	8.11
70	125	0.21257	3.1	14.58	8.11
70	125	0.20040	3.0	14.97	8.11
70	106	0.20581	2.9	14.09	8.11
70	106	0.20424	2.7	13.22	8.11
70	106	0.20107	2.7	13.43	8.11

ANEXO 3

DATOS EXPERIMENTALES DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE GRASA

Tabla 12. Subproducto de maracuyá

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo + aceite (g)	CRG (g aceite/g muestra)	Humedad (%)
40	2000	1.02723	3.79757	2.70	7.86
40	2000	1.09312	3.79479	2.47	7.86
40	2000	1.04278	4.39569	3.22	7.86
40	1000	1.05060	3.32315	2.16	7.86
40	1000	1.01080	3.77492	2.73	7.86
40	1000	1.05236	2.76922	1.63	7.86
40	710	1.03317	1.93294	0.87	7.86
40	710	1.08700	2.16147	0.99	7.86
40	710	1.03646	2.74345	1.65	7.86
40	500	1.01779	3.50629	2.45	7.86
40	500	1.02040	3.23401	2.17	7.86
40	500	1.02732	3.71271	2.61	7.86
40	355	1.04619	2.59266	1.48	7.86
40	355	1.08210	2.21917	1.05	7.86
40	355	1.05906	2.58292	1.44	7.86
50	2000	1.08140	3.06461	1.83	5.74
50	2000	1.02600	3.71960	2.63	5.74
50	2000	1.01031	4.05317	3.01	5.74
50	1000	1.07070	3.06838	1.87	5.74
50	1000	1.09841	3.85178	2.51	5.74
50	1000	1.07650	3.36406	2.12	5.74
50	710	1.05222	1.83166	0.74	5.74
50	710	1.03584	2.36782	1.29	5.74
50	710	1.05682	2.30259	1.18	5.74
50	500	1.07885	1.85462	0.72	5.74
50	500	1.02290	1.89207	0.85	5.74
50	500	1.08763	2.48596	1.29	5.74
50	355	1.05795	1.81358	0.71	5.74
50	355	1.03100	1.87977	0.82	5.74

Tabla12. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo + aceite (g)	CRG (g aceite/g muestra)	Humedad (%)
50	355	1.04365	1.94745	0.87	5.74
60	2000	1.04310	3.29747	2.16	7.36
60	2000	1.06255	2.20934	1.08	7.36
60	2000	1.07024	4.39953	3.11	7.36
60	1000	1.02224	2.70656	1.65	7.36
60	1000	1.07403	2.93826	1.74	7.36
60	1000	1.01688	3.29671	2.24	7.36
60	710	1.00566	2.33662	1.32	7.36
60	710	1.01895	1.93954	0.90	7.36
60	710	1.03187	2.86689	1.78	7.36
60	500	1.02902	1.79329	0.74	7.36
60	500	1.04205	2.53232	1.43	7.36
60	500	1.04009	2.59405	1.49	7.36
60	355	1.04416	2.12560	1.04	7.36
60	355	1.01265	1.74181	0.72	7.36
60	355	1.01378	2.01114	0.98	7.36
70	2000	1.04225	3.29002	2.16	6.31
70	2000	1.04080	3.00999	1.89	6.31
70	2000	1.00341	3.30732	2.30	6.31
70	1000	1.00860	3.46500	2.44	6.31
70	1000	1.09300	3.42911	2.14	6.31
70	1000	1.03123	3.40974	2.31	6.31
70	710	1.04750	3.58901	2.43	6.31
70	710	1.03433	3.80214	2.68	6.31
70	710	1.05993	3.07475	1.90	6.31
70	500	1.07980	2.08296	0.93	6.31
70	500	1.05645	2.26123	1.14	6.31
70	500	1.03922	2.13670	1.06	6.31
70	355	1.06649	2.07988	0.95	6.31
70	355	1.01779	2.09497	1.06	6.31
70	355	1.06086	1.98390	0.87	6.31

Tabla 13. Subproducto de cacao

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo + aceite (g)	CRG (g aceite/g muestra)	Humedad (%)
40	2000	1.01766	3.01721	1.96	8.24
40	2000	1.09077	2.76914	1.54	8.24
40	2000	1.06864	2.76128	1.58	8.24
40	1000	1.06386	2.69651	1.53	8.24
40	1000	1.04595	2.65282	1.54	8.24
40	1000	1.03384	2.74496	1.66	8.24
40	710	1.01406	2.91413	1.87	8.24
40	710	1.04813	2.91836	1.78	8.24
40	710	1.00367	2.72491	1.71	8.24
40	500	1.08225	3.04203	1.81	8.24
40	500	1.01109	2.49339	1.47	8.24
40	500	1.06717	2.52617	1.37	8.24
40	355	1.05397	3.34519	2.17	8.24
40	355	1.00451	2.55065	1.54	8.24
40	355	1.07606	2.66111	1.47	8.24
40	250	1.02306	2.68209	1.62	8.24
40	250	1.08524	2.77508	1.56	8.24
40	250	1.03225	2.71779	1.63	8.24
40	125	1.04413	2.81646	1.70	8.24
40	125	1.02466	2.81898	1.75	8.24
40	125	1.02757	2.80190	1.73	8.24
40	106	1.01998	2.77700	1.72	8.24
40	106	1.00889	2.86855	1.84	8.24
40	106	1.08672	3.14030	1.89	8.24
50	2000	1.02445	4.16784	3.07	9.3
50	2000	1.06877	4.22268	2.95	9.3
50	2000	1.07332	3.61849	2.37	9.3
50	1000	1.00714	2.37297	1.36	9.3
50	1000	1.00323	2.30892	1.30	9.3
50	1000	1.01687	2.22431	1.19	9.3
50	710	1.02854	2.28903	1.23	9.3
50	710	1.07119	2.34363	1.19	9.3

Tabla 13. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo + aceite (g)	CRG (g aceite/g muestra)	Humedad (%)
50	710	1.08242	2.57580	1.38	9.3
50	500	1.02963	3.17146	2.08	9.3
50	500	1.02012	2.28145	1.24	9.3
50	500	1.03226	2.42188	1.35	9.3
50	355	1.05921	2.48435	1.35	9.3
50	355	1.00736	2.40957	1.39	9.3
50	355	1.05226	2.39058	1.27	9.3
50	250	1.02242	2.50851	1.45	9.3
50	250	1.04959	2.29888	1.19	9.3
50	250	1.04497	2.37377	1.27	9.3
50	125	1.00533	2.67763	1.66	9.3
50	125	1.00284	2.77010	1.76	9.3
50	125	1.00619	2.86875	1.85	9.3
50	106	1.01706	2.17656	1.14	9.3
50	106	1.02577	2.97853	1.90	9.3
50	106	1.05867	2.90989	1.75	9.3
60	2000	1.07598	3.16807	1.94	7.85
60	2000	1.00677	2.84943	1.83	7.85
60	2000	1.01173	2.50430	1.48	7.85
60	1000	1.01476	2.41468	1.38	7.85
60	1000	1.01242	2.35078	1.32	7.85
60	1000	1.01394	2.35178	1.32	7.85
60	710	1.01673	2.35745	1.32	7.85
60	710	1.04083	2.40989	1.32	7.85
60	710	1.03032	2.40762	1.34	7.85
60	500	1.06955	3.30282	2.09	7.85
60	500	1.01332	3.14424	2.10	7.85
60	500	1.02070	2.90262	1.84	7.85
60	355	1.07031	2.65709	1.48	7.85
60	355	1.00561	2.46551	1.45	7.85
60	355	1.03272	2.48597	1.41	7.85
60	250	1.01600	2.55172	1.51	7.85

Tabla13. Continuación

Muestra		Peso Muestra (g)	Peso Residuo + aceite (g)	CRG (g aceite/g muestra)	Humedad (%)
60	250	1.01215	2.62476	1.59	7.85
60	250	1.02965	2.58291	1.51	7.85
60	125	1.04017	3.00612	1.89	7.85
60	125	1.00723	3.24009	2.22	7.85
60	125	1.09054	3.39767	2.12	7.85
60	106	1.03421	3.14797	2.04	7.85
60	106	1.03549	3.11659	2.01	7.85
60	106	1.06698	3.21573	2.01	7.85
70	2000	1.09393	2.53681	1.32	8.11
70	2000	1.01286	2.38758	1.36	8.11
70	2000	1.05335	2.31804	1.20	8.11
70	1000	1.05561	2.34590	1.22	8.11
70	1000	1.01749	2.61766	1.57	8.11
70	1000	1.01436	2.65901	1.62	8.11
70	710	1.03885	3.20838	2.09	8.11
70	710	1.04747	2.72245	1.60	8.11
70	710	1.03961	2.62606	1.53	8.11
70	500	1.06047	2.46975	1.33	8.11
70	500	1.04623	2.34070	1.24	8.11
70	500	1.02466	2.39557	1.34	8.11
70	355	1.00605	2.72771	1.71	8.11
70	355	1.02892	2.43037	1.36	8.11
70	355	1.01529	2.41329	1.38	8.11
70	250	1.00272	3.73351	2.72	8.11
70	250	1.02556	3.04441	1.97	8.11
70	250	1.01288	3.00885	1.97	8.11
70	125	1.00164	2.90175	1.90	8.11
70	125	1.05296	3.03068	1.88	8.11
70	125	1.03805	3.11025	2.00	8.11
70	106	1.00342	2.16196	1.15	8.11
70	106	1.02722	2.85359	1.78	8.11
70	106	1.04328	2.96647	1.84	8.11

ANEXO 4

CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES

Cálculo de capacidad de retención de agua para una muestra de subproducto de maracuyá a 40°C con un tamaño de partícula de 2000µm.

$$CRA: \frac{\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso del residuo seco}}{\text{Peso del residuo seco}}$$

$$CRA: \frac{5.67213 - 0.79754}{0.79754}$$

$$CRA: 6.11 \text{ g agua/g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$CRA_{(BS)} = \frac{CRA_{(BH)} \times 100}{(100 - Hm)}$$

$$CRA_{(BS)} = \frac{6.11 \times 100}{100 - 7.86}$$

$$CRA = 6.63 \text{ g agua/g muestra seca}$$

Cálculo de capacidad de hinchamiento para una muestra de subproducto de maracuyá a 40°C con un tamaño de partícula de 2000µm.

$$CH: \frac{\text{Volumen ocupado por la muestra hidratada}}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

$$CH: \frac{1.1}{0.20156}$$

$$CH: 5.46 \text{ mL/g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$CH_{(BS)} = \frac{CH_{(BH)} \times 100}{(100 - Hm)}$$

$$CH_{(BS)} = \frac{5.46 \times 100}{100 - 7.86}$$

$$CH = 5.92 \text{ mL/g muestra seca}$$

Cálculo de capacidad de retención de grasa para una muestra de subproducto de maracuyá a 40°C con un tamaño de partícula de 2000µm.

$$CRG: \frac{\text{Peso del residuo con aceite} - \text{Peso de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$CRG: \frac{3.79757 - 1.02723}{1.02723}$$

$$CRG: 2.70 \text{ g aceite/g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$CRG_{(BS)} = \frac{CRG_{(BH)} \times 100}{(100 - Hm)}$$

$$CRG_{(BS)} = \frac{2.70 \times 100}{100 - 7.86}$$

$$CRG = 2.93 \text{ g aceite/g muestra seca}$$

ANEXO 5

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES EN BASE SECA

Tabla 14. Subproducto de maracuyá

Muestra		CRA (g agua/g muestra seca)	CH (mL/g muestra seca)	CRG (g aceite/g muestra seca)
40	2000	6.63	5.92	2.93
40	2000	7.22	5.88	2.68
40	2000	6.61	6.46	3.49
40	1000	7.18	5.94	2.35
40	1000	7.60	6.69	2.97
40	1000	7.93	6.93	1.77
40	710	8.34	6.71	0.95
40	710	6.95	6.18	1.07
40	710	7.65	5.73	1.79
40	500	7.95	5.90	2.65
40	500	7.67	5.49	2.35
40	500	8.51	5.23	2.84
40	355	8.96	7.02	1.60
40	355	9.26	6.66	1.14
40	355	8.85	6.98	1.56
50	2000	7.36	5.19	1.95
50	2000	8.38	4.90	2.79
50	2000	7.98	5.16	3.20
50	1000	8.68	5.21	1.98
50	1000	8.04	5.15	2.66
50	1000	8.09	4.74	2.25
50	710	9.92	6.36	0.79
50	710	9.38	5.47	1.36
50	710	9.40	5.73	1.25
50	500	6.90	6.20	0.76
50	500	7.39	6.57	0.90
50	500	6.65	6.22	1.36
50	355	6.57	6.55	0.76
50	355	7.19	6.82	0.87

Tabla 14. Continuación

Muestra		CRA (g agua/g muestra seca)	CH (mL/g muestra seca)	CRG (g aceite/g muestra seca)
50	355	7.16	7.32	0.92
60	2000	7.60	5.80	2.33
60	2000	6.94	6.33	1.17
60	2000	7.37	5.73	3.36
60	1000	7.53	5.14	1.78
60	1000	6.55	6.91	1.87
60	1000	6.75	4.96	2.42
60	710	7.48	5.22	1.43
60	710	6.67	6.47	0.98
60	710	8.46	5.26	1.92
60	500	8.07	5.59	0.80
60	500	7.56	5.39	1.54
60	500	7.36	5.35	1.61
60	355	6.91	5.89	1.12
60	355	7.94	6.21	0.78
60	355	7.54	5.66	1.06
70	2000	7.64	5.84	2.30
70	2000	6.64	6.19	2.02
70	2000	6.87	5.95	2.45
70	1000	6.94	5.61	2.60
70	1000	7.35	5.26	2.28
70	1000	6.84	5.81	2.46
70	710	8.99	5.73	2.59
70	710	8.25	6.30	2.86
70	710	8.32	5.97	2.03
70	500	7.88	5.86	0.99
70	500	7.56	5.13	1.22
70	500	7.40	6.19	1.13
70	355	6.41	6.57	1.01
70	355	7.10	6.62	1.13
70	355	6.94	6.78	0.93

Tabla 15. Subproducto de cacao

Muestra		CRA (g agua/g muestra seca)	CH (mL/g muestra seca)	CRG (g aceite/g muestra seca)
40	2000	8.69	16.07	2.14
40	2000	8.83	16.16	1.68
40	2000	8.75	15.39	1.73
40	1000	9.37	15.68	1.67
40	1000	10.20	15.74	1.67
40	1000	10.39	15.73	1.80
40	710	10.57	16.36	2.04
40	710	10.85	16.63	1.94
40	710	10.34	16.85	1.87
40	500	9.28	14.76	1.97
40	500	8.75	14.36	1.60
40	500	9.70	14.23	1.49
40	355	9.91	15.57	2.37
40	355	9.36	16.14	1.68
40	355	9.63	16.22	1.61
40	250	7.69	16.79	1.77
40	250	8.36	16.73	1.70
40	250	8.25	16.59	1.78
40	125	9.77	16.56	1.85
40	125	9.43	16.83	1.91
40	125	9.49	16.62	1.88
40	106	8.87	14.45	1.88
40	106	8.05	14.46	2.01
40	106	8.38	15.15	2.06
50	2000	10.28	15.10	3.38
50	2000	10.43	14.71	3.25
50	2000	9.99	14.45	2.61
50	1000	7.71	15.57	1.50
50	1000	8.61	16.51	1.43
50	1000	8.81	16.07	1.31
50	710	9.96	14.88	1.35
50	710	10.29	14.63	1.31
50	710	10.17	14.74	1.52

Tabla 15. Continuación

Muestra		CRA (g agua/g muestra seca)	CH (mL/g muestra seca)	CRG (g aceite/g muestra seca)
50	500	9.73	16.46	2.29
50	500	9.22	16.06	1.36
50	500	9.63	16.50	1.48
50	355	10.88	15.80	1.48
50	355	10.72	15.51	1.53
50	355	10.40	16.30	1.40
50	250	8.69	15.76	1.60
50	250	8.07	15.97	1.31
50	250	8.66	16.75	1.40
50	125	9.79	15.93	1.83
50	125	9.43	16.21	1.94
50	125	9.73	15.95	2.04
50	106	10.08	14.87	1.26
50	106	9.91	14.85	2.10
50	106	9.76	14.97	1.93
60	2000	9.11	16.02	2.11
60	2000	9.83	15.26	1.99
60	2000	9.79	16.01	1.60
60	1000	9.76	15.05	1.50
60	1000	10.49	14.53	1.43
60	1000	9.95	15.01	1.43
60	710	8.08	14.81	1.43
60	710	8.12	14.60	1.43
60	710	8.29	15.60	1.45
60	500	9.69	16.75	2.27
60	500	8.70	16.26	2.28
60	500	9.35	14.98	2.00
60	355	10.65	14.68	1.61
60	355	10.61	16.30	1.58
60	355	9.74	15.49	1.53
60	250	7.70	16.08	1.64
60	250	8.35	16.24	1.73
60	250	7.98	15.56	1.64

Tabla 15. Continuación

Muestra		CRA (g agua/g muestra seca)	CH (mL/g muestra seca)	CRG (g aceite/g muestra seca)
60	125	7.62	16.79	2.05
60	125	8.14	16.78	2.41
60	125	8.20	16.28	2.30
60	106	9.46	14.40	2.22
60	106	9.79	15.13	2.18
60	106	10.00	14.49	2.19
70	2000	8.43	14.98	1.44
70	2000	8.64	14.97	1.48
70	2000	8.90	14.59	1.31
70	1000	7.84	14.73	1.33
70	1000	8.48	14.18	1.71
70	1000	8.17	14.45	1.76
70	710	10.26	14.36	2.27
70	710	9.92	14.65	1.74
70	710	9.73	15.16	1.66
70	500	10.08	14.38	1.45
70	500	10.23	14.69	1.35
70	500	9.83	14.88	1.46
70	355	8.39	15.42	1.86
70	355	8.33	14.61	1.48
70	355	8.67	15.13	1.50
70	250	9.56	15.18	2.96
70	250	10.44	14.61	2.14
70	250	10.49	15.08	2.14
70	125	8.85	15.61	2.06
70	125	8.71	15.87	2.04
70	125	8.82	16.29	2.17
70	106	9.02	15.33	1.26
70	106	9.64	14.39	1.93
70	106	9.85	14.61	2.01

ANEXO 6

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES DEL SUBPRODUCTO DE MARACUYÁ

Capacidad de Retención de Agua

Modelo lineal general: CRA vs. TEMPERATURA, TAMANO DE PARTICULA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TEMPERATURA	fijo	4	40, 50, 60, 70
TAMANO DE PARTICULA	fijo	5	355, 500, 710, 1000, 2000

Análisis de varianza para CRA, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TEMPERATURA	3	3.6478	3.6478	1.2159	6.08	0.002
TAMANO DE PARTICULA	4	7.6674	7.6674	1.9168	9.58	0.000
TEMPERATURA*TAMANO DE PARTICULA	12	20.5593	20.5593	1.7133	8.56	0.000
Error	40	8.0054	8.0054	0.2001		
Total	59	39.8799				

Medias de cuadrado mínimo para CRA

	Media	Error estándar de la media
TEMPERATURA		
40	7.821	0.1155
50	7.940	0.1155
60	7.382	0.1155
70	7.408	0.1155
TAMANO DE PA		
355	7.570	0.1291
500	7.577	0.1291
710	8.317	0.1291
1000	7.455	0.1291
2000	7.270	0.1291
TEMPERATURA*TAMANO DE PA		
40 355	9.025	0.2583
40 500	8.046	0.2583
40 710	7.647	0.2583
40 1000	7.567	0.2583
40 2000	6.821	0.2583
50 355	6.975	0.2583
50 500	6.981	0.2583
50 710	9.566	0.2583
50 1000	8.270	0.2583
50 2000	7.908	0.2583
60 355	7.463	0.2583
60 500	7.667	0.2583
60 710	7.534	0.2583
60 1000	6.942	0.2583
60 2000	7.303	0.2583
70 355	6.828	0.2583

70	500	7.615	0.2583
70	710	8.522	0.2583
70	1000	7.040	0.2583
70	2000	7.047	0.2583

ANOVA unidireccional: CRA vs. TEMPERATURA

Agrupar información utilizando el método de Tukey

TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
50	15	7.9399	A
40	15	7.8213	A
70	15	7.4084	A
60	15	7.3817	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA vs. TAMANO DE PARTICULA

Agrupar información utilizando el método de Tukey

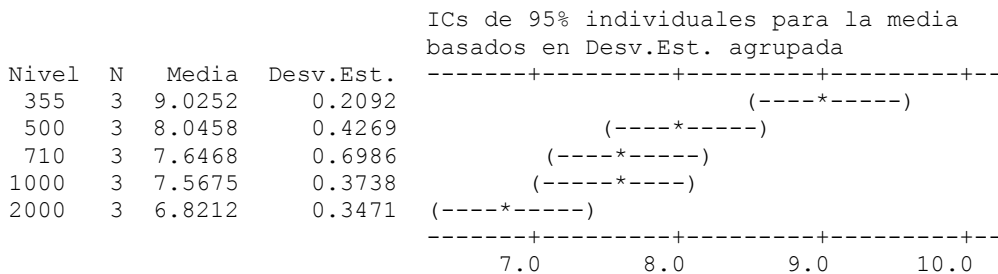
TAMANO DE PARTICULA	N	Media	Agrupación
710	12	8.3173	A
500	12	7.5772	A B
355	12	7.5701	A B
1000	12	7.4546	A B
2000	12	7.2698	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 40 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	7.785	1.946	9.99	0.002
Error	10	1.948	0.195		
Total	14	9.733			

S = 0.4414 R-cuad. = 79.98% R-cuad.(ajustado) = 71.97%



Desv.Est. agrupada = 0.4414

Agrupar información utilizando el método de Tukey

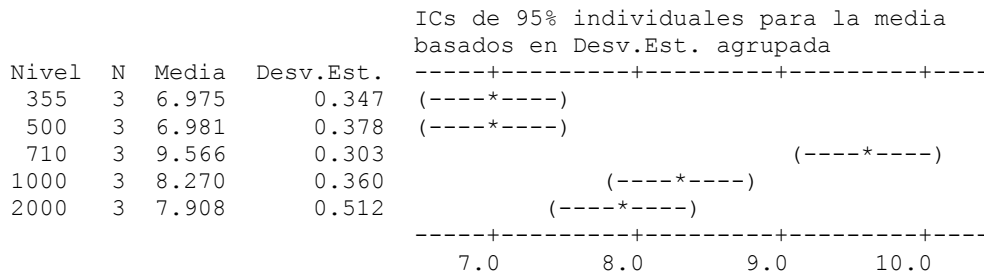
Tamaños	N	Media	Agrupación
355	3	9.0252	A
500	3	8.0458	A B
710	3	7.6468	B C
1000	3	7.5675	B C
2000	3	6.8212	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 50 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	13.814	3.454	23.14	0.000
Error	10	1.493	0.149		
Total	14	15.307			

S = 0.3863 R-cuad. = 90.25% R-cuad.(ajustado) = 86.35%



Desv.Est. agrupada = 0.386

Agrupar información utilizando el método de Tukey

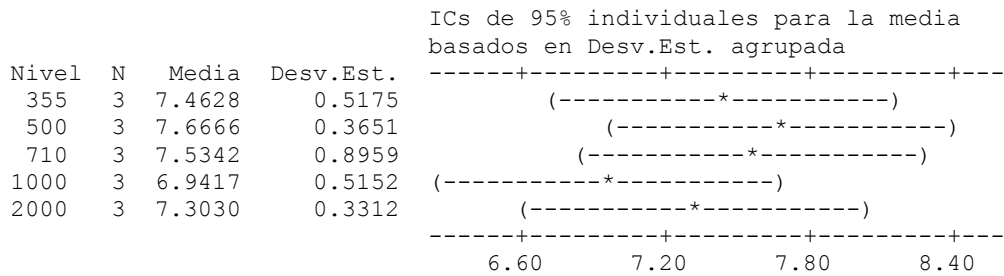
Tamaños	N	Media	Agrupación
710	3	9.5661	A
1000	3	8.2697	B
2000	3	7.9077	B C
500	3	6.9811	C
355	3	6.9750	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 60 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	0.932	0.233	0.74	0.587
Error	10	3.158	0.316		
Total	14	4.090			

S = 0.5619 R-cuad. = 22.80% R-cuad.(ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 0.5619

Agrupar información utilizando el método de Tukey

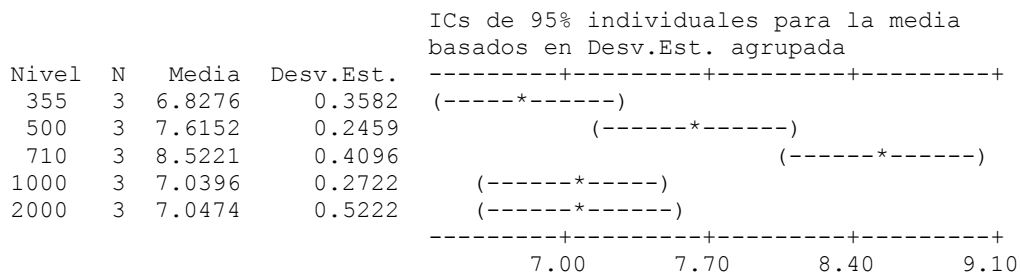
Tamaños	N	Media	Agrupación
500	3	7.6666	A
710	3	7.5342	A
355	3	7.4628	A
2000	3	7.3030	A
1000	3	6.9417	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 70 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	5.695	1.424	10.12	0.002
Error	10	1.407	0.141		
Total	14	7.102			

S = 0.3750 R-cuad. = 80.19% R-cuad.(ajustado) = 72.27%



Desv.Est. agrupada = 0.3750

Agrupar información utilizando el método de Tukey

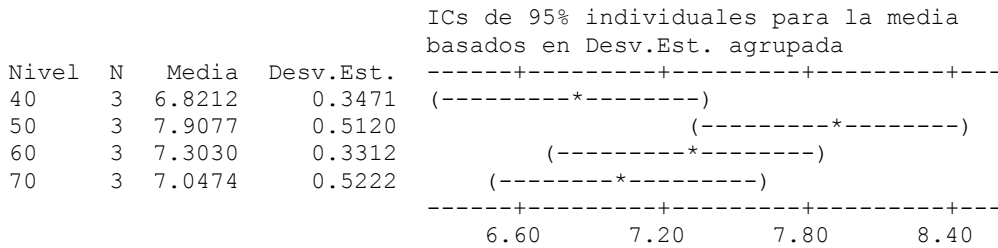
Tamaños	N	Media	Agrupación
710	3	8.5221	A
500	3	7.6152	A B
2000	3	7.0474	B
1000	3	7.0396	B
355	3	6.8176	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA2000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.976	0.659	3.44	0.072
Error	8	1.530	0.191		
Total	11	3.506			

S = 0.4373 R-cuad. = 56.36% R-cuad.(ajustado) = 40.00%



Desv.Est. agrupada = 0.4373

Agrupar información utilizando el método de Tukey

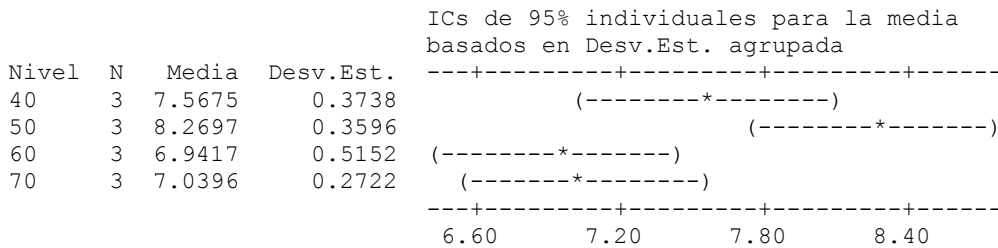
T	N	Media	Agrupación
50	3	7.9077	A
60	3	7.3030	A
70	3	7.0474	A
40	3	6.8212	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA1000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	3.337	1.112	7.31	0.011
Error	8	1.217	0.152		
Total	11	4.554			

S = 0.3901 R-cuad. = 73.28% R-cuad.(ajustado) = 63.25%



Desv.Est. agrupada = 0.3901

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
50	3	8.2697	A
40	3	7.5675	A B

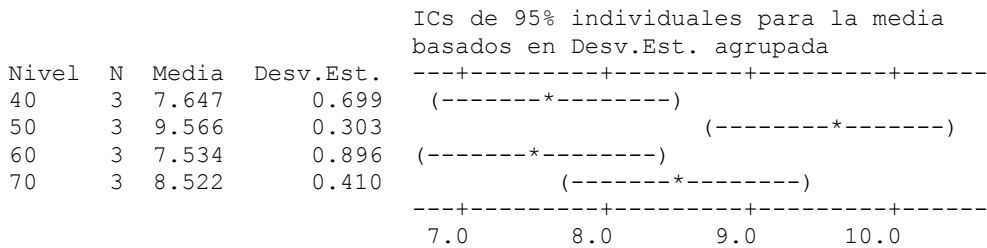
70	3	7.0396	B
60	3	6.9417	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA710 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	7.993	2.664	6.87	0.013
Error	8	3.100	0.388		
Total	11	11.093			

S = 0.6225 R-cuad. = 72.05% R-cuad.(ajustado) = 61.57%



Desv.Est. agrupada = 0.623

Agrupar información utilizando el método de Tukey

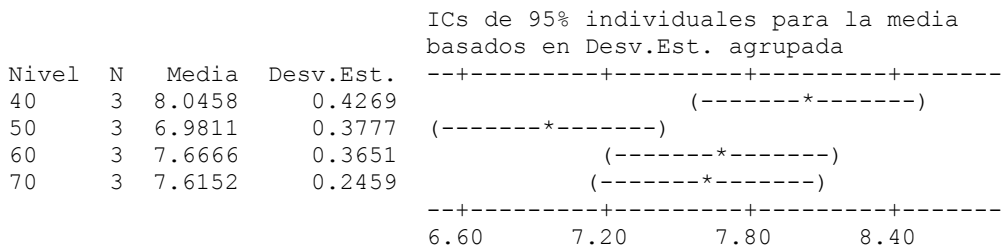
T	N	Media	Agrupación
50	3	9.5661	A
70	3	8.5221	A B
40	3	7.6468	B
60	3	7.5342	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA500 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.753	0.584	4.51	0.039
Error	8	1.037	0.130		
Total	11	2.790			

S = 0.3601 R-cuad. = 62.83% R-cuad.(ajustado) = 48.89%



Desv.Est. agrupada = 0.3601

Agrupar información utilizando el método de Tukey

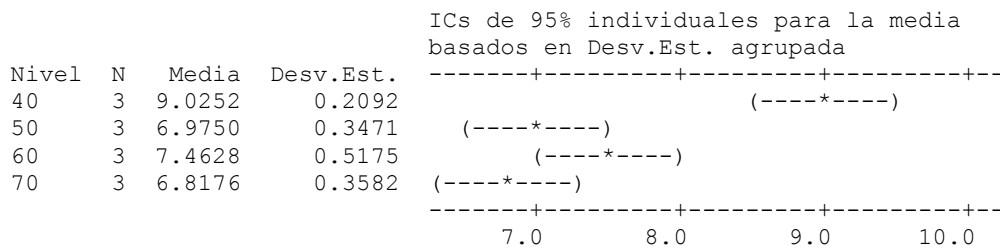
T	N	Media	Agrupación
40	3	8.0458	A
60	3	7.6666	A B
70	3	7.6152	A B
50	3	6.9811	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA355 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	9.148	3.049	21.77	0.000
Error	8	1.121	0.140		
Total	11	10.268			

S = 0.3743 R-cuad. = 89.09% R-cuad.(ajustado) = 84.99%



Desv.Est. agrupada = 0.3743

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
40	3	9.0252	A
60	3	7.4628	B
50	3	6.9750	B
70	3	6.8176	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Capacidad de Hinchamiento

Modelo lineal general: CH vs. TEMPERATURA, TAMANO DE PARTICULA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TEMPERATURA	fijo	4	40, 50, 60, 70
TAMANO DE PARTICULA	fijo	5	355, 500, 710, 1000, 2000

Análisis de varianza para CH, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TEMPERATURA	3	2.2832	2.2832	0.7611	4.19	0.011
TAMANO DE PARTICULA	4	6.4987	6.4987	1.6247	8.94	0.000
TEMPERATURA*TAMANO DE PARTICULA	12	6.9142	6.9142	0.5762	3.17	0.003
Error	40	7.2654	7.2654	0.1816		

Total 59 22.9615

Medias de cuadrado mínimo para CH

		Media	Error estándar de la media
TEMPERATURA			
40		6.248	0.1100
50		5.840	0.1100
60		5.727	0.1100
70		5.986	0.1100
TAMANO DE PA			
355		6.591	0.1230
500		5.759	0.1230
710		5.927	0.1230
1000		5.696	0.1230
2000		5.779	0.1230
TEMPERATURA*TAMANO DE PA			
40	355	6.887	0.2461
40	500	5.538	0.2461
40	710	6.208	0.2461
40	1000	6.519	0.2461
40	2000	6.089	0.2461
50	355	6.898	0.2461
50	500	6.330	0.2461
50	710	5.854	0.2461
50	1000	5.035	0.2461
50	2000	5.085	0.2461
60	355	5.921	0.2461
60	500	5.443	0.2461
60	710	5.650	0.2461
60	1000	5.670	0.2461
60	2000	5.950	0.2461
70	355	6.658	0.2461
70	500	5.725	0.2461
70	710	5.997	0.2461
70	1000	5.559	0.2461
70	2000	5.993	0.2461

ANOVA unidireccional: CH vs. TEMPERATURA

Agrupar información utilizando el método de Tukey

TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
40	15	6.2484	A
70	15	5.9863	A
50	15	5.8404	A
60	15	5.7268	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH vs. TAMANO DE PARTICULA

Agrupar información utilizando el método de Tukey

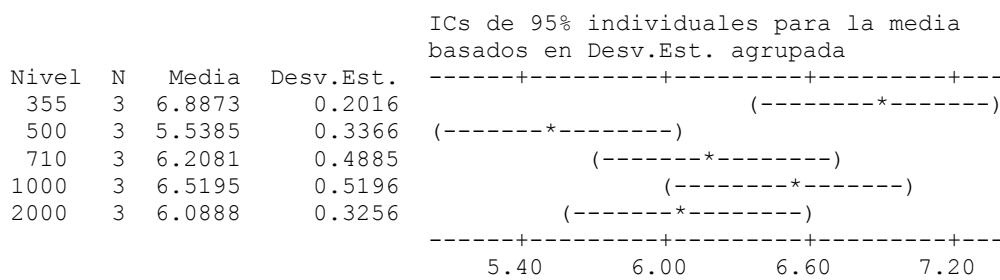
TAMAÑO DE PARTICULA	N	Media	Agrupación
355	12	6.5910	A
710	12	5.9272	B
2000	12	5.7792	B
500	12	5.7591	B
1000	12	5.6959	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 40 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	3.038	0.760	4.94	0.018
Error	10	1.537	0.154		
Total	14	4.575			

S = 0.3920 R-cuad. = 66.41% R-cuad.(ajustado) = 52.97%



Desv.Est. agrupada = 0.3920

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tamaños	N	Media	Agrupación
355	3	6.8873	A
1000	3	6.5195	A B
710	3	6.2081	A B
2000	3	6.0888	A B
500	3	5.5385	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 50 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	7.737	1.934	19.34	0.000
Error	10	1.000	0.100		
Total	14	8.737			

S = 0.3162 R-cuad. = 88.55% R-cuad.(ajustado) = 83.97%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
355	3	6.8982	0.3947	(-----*-----)
500	3	6.3302	0.2107	(-----*-----)
710	3	5.8541	0.4588	(-----*-----)
1000	3	5.0349	0.2541	(-----*-----)
2000	3	5.0847	0.1575	(-----*-----)

4.90 5.60 6.30 7.00

Desv.Est. agrupada = 0.3162

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tamaños	N	Media	Agrupación
355	3	6.8982	A
500	3	6.3302	A B
710	3	5.8541	B C
2000	3	5.0847	C
1000	3	5.0349	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 60 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	0.531	0.133	0.36	0.835
Error	10	3.736	0.374		
Total	14	4.267			

S = 0.6112 R-cuad. = 12.45% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
355	3	5.9208	0.2743	(-----*-----)
500	3	5.4431	0.1263	(-----*-----)
710	3	5.6495	0.7073	(-----*-----)
1000	3	5.6704	1.0807	(-----*-----)
2000	3	5.9500	0.3298	(-----*-----)

4.80 5.40 6.00 6.60

Desv.Est. agrupada = 0.6112

Agrupar información utilizando el método de Tukey

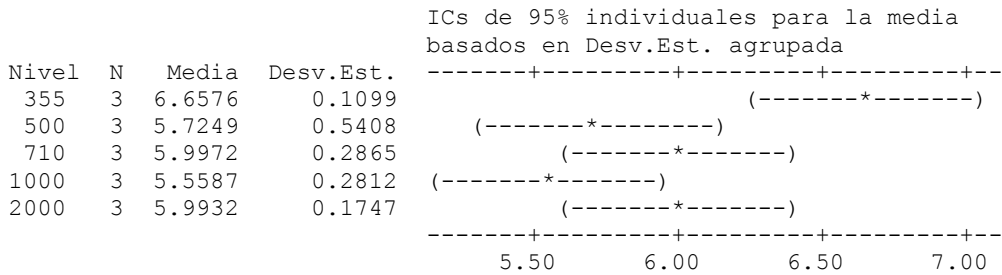
Tamaños	N	Media	Agrupación
2000	3	5.9500	A
355	3	5.9208	A
1000	3	5.6704	A
710	3	5.6495	A
500	3	5.4431	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 70 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	2.1060	0.5265	5.31	0.015
Error	10	0.9924	0.0992		
Total	14	3.0984			

S = 0.3150 R-cuad. = 67.97% R-cuad.(ajustado) = 55.16%



Desv.Est. agrupada = 0.3150

Agrupar información utilizando el método de Tukey

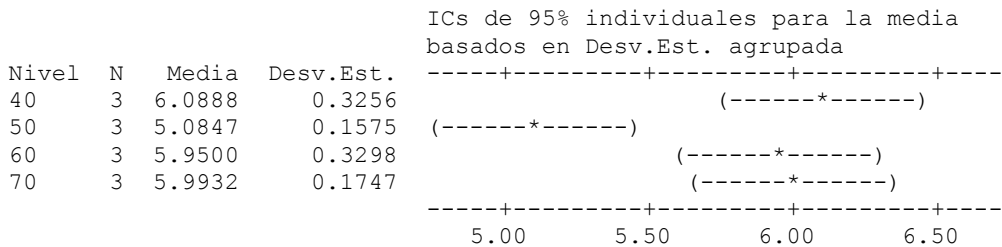
Tamaños	N	Media	Agrupación
355	3	6.6576	A
710	3	5.9972	A B
2000	3	5.9932	A B
500	3	5.7249	B
1000	3	5.5587	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH2000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.9595	0.6532	9.67	0.005
Error	8	0.5402	0.0675		
Total	11	2.4998			

S = 0.2599 R-cuad. = 78.39% R-cuad.(ajustado) = 70.28%



Desv.Est. agrupada = 0.2599

Agrupar información utilizando el método de Tukey

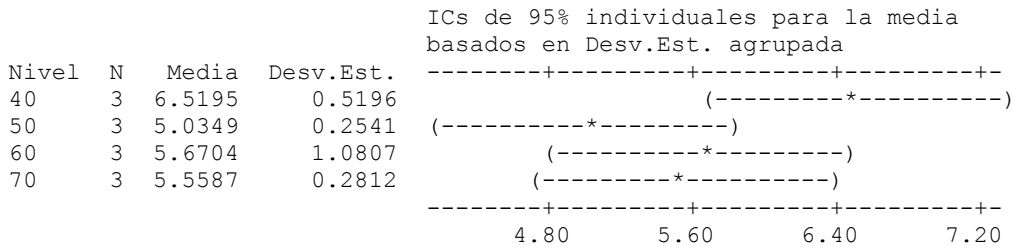
T	N	Media	Agrupación
40	3	6.0888	A
70	3	5.9932	A
60	3	5.9500	A
50	3	5.0847	B

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH1000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	3.404	1.135	2.87	0.104
Error	8	3.163	0.395		
Total	11	6.567			

S = 0.6288 R-cuad. = 51.84% R-cuad.(ajustado) = 33.78%



Desv.Est. agrupada = 0.6288

Agrupar información utilizando el método de Tukey

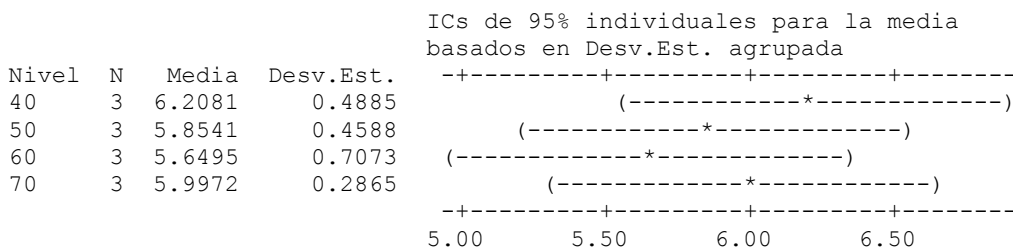
T	N	Media	Agrupación
40	3	6.5195	A
60	3	5.6704	A
70	3	5.5587	A
50	3	5.0349	A

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH710 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.499	0.166	0.64	0.608
Error	8	2.063	0.258		
Total	11	2.562			

S = 0.5078 R-cuad. = 19.47% R-cuad.(ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 0.5078

Agrupar información utilizando el método de Tukey

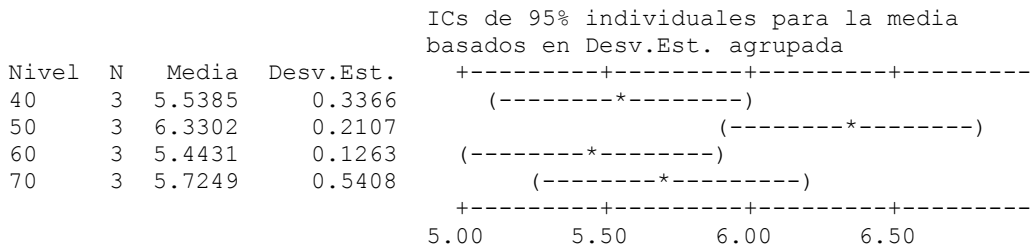
T	N	Media	Agrupación
40	3	6.2081	A
70	3	5.9972	A
50	3	5.8541	A
60	3	5.6495	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH500 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.428	0.476	4.08	0.050
Error	8	0.932	0.117		
Total	11	2.360			

S = 0.3413 R-cuad. = 60.50% R-cuad.(ajustado) = 45.69%



Desv.Est. agrupada = 0.3413

Agrupar información utilizando el método de Tukey

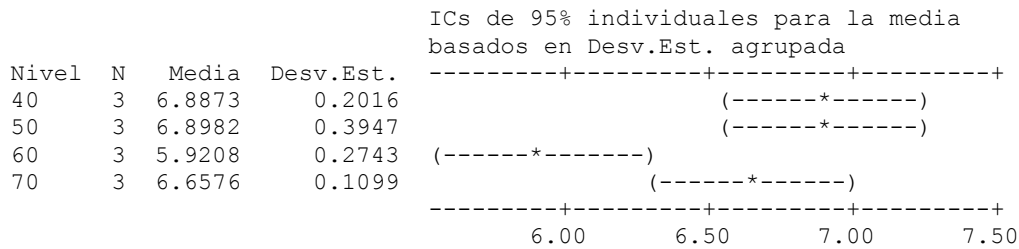
T	N	Media	Agrupación
50	3	6.3302	A
70	3	5.7249	A
40	3	5.5385	A
60	3	5.4431	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH355 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.9074	0.6358	8.96	0.006
Error	8	0.5675	0.0709		
Total	11	2.4749			

S = 0.2663 R-cuad. = 77.07% R-cuad.(ajustado) = 68.47%



Desv.Est. agrupada = 0.2663

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
50	3	6.8982	A
40	3	6.8873	A
70	3	6.6576	A
60	3	5.9208	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Capacidad de Retención de Grasa

Modelo lineal general: CRG vs. TEMPERATURA, TAMANO DE PARTICULA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TEMPERATURA	fijo	4	40, 50, 60, 70
TAMANO DE PARTICULA	fijo	5	355, 500, 710, 1000, 2000

Análisis de varianza para CRG, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Temperatura	3	0.08790	0.08790	0.02930	0.53	0.664
Tam. partícula	7	3.00431	3.00431	0.42919	7.74	0.000
Temperatura*Tam. partícula	21	8.94930	8.94930	0.42616	7.69	0.000
Error	64	3.54772	3.54772	0.05543		
Total	95	15.58923				

Medias de cuadrado mínimo para CRG

	Media	Error estándar de la media
TEMPERATURA		
40	2.1428	0.1102
50	1.5865	0.1102
60	1.6111	0.1102
70	1.8665	0.1102
TAMANO DE PA		
355	1.0738	0.1232
500	1.5140	0.1232
710	1.5837	0.1232
1000	2.2828	0.1232
2000	2.5544	0.1232
TEMPERATURA*TAMANO DE PA		
40 355	1.4355	0.2463
40 500	2.6150	0.2463
40 710	1.2685	0.2463

40	1000	2.3620	0.2463
40	2000	3.0330	0.2463
50	355	0.8499	0.2463
50	500	1.0094	0.2463
50	710	1.1335	0.2463
50	1000	2.2977	0.2463
50	2000	2.6420	0.2463
60	355	0.9857	0.2463
60	500	1.3194	0.2463
60	710	1.4412	0.2463
60	1000	2.0241	0.2463
60	2000	2.2853	0.2463
70	355	1.0242	0.2463
70	500	1.1120	0.2463
70	710	2.4916	0.2463
70	1000	2.4475	0.2463
70	2000	2.2573	0.2463

ANOVA unidireccional: CRG vs. TEMPERATURA

Agrupar información utilizando el método de Tukey

TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
40	15	2.1428	A
70	15	1.8665	A
60	15	1.6111	A
50	15	1.5865	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG vs. TAMAÑO DE PARTICULA

Agrupar información utilizando el método de Tukey

TAMANO DE PARTICULA	N	Media	Agrupación
2000	12	2.5544	A
1000	12	2.2828	A
710	12	1.5837	B
500	12	1.5140	B
355	12	1.0738	B

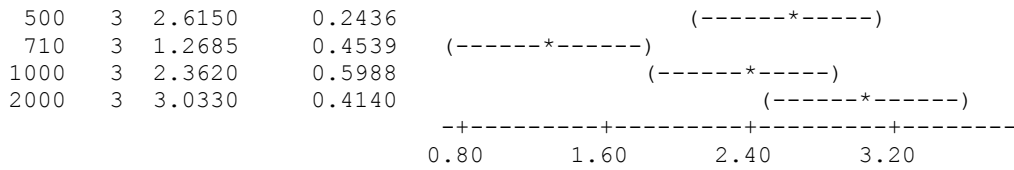
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 40 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	6.985	1.746	10.14	0.002
Error	10	1.722	0.172		
Total	14	8.707			

S = 0.4150 R-cuad. = 80.22% R-cuad.(ajustado) = 72.31%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
355	3	1.4355	0.2564	<pre> +-----+-----+-----+-----+ (------*-----) </pre>



Desv.Est. agrupada = 0.4150

Agrupar información utilizando el método de Tukey

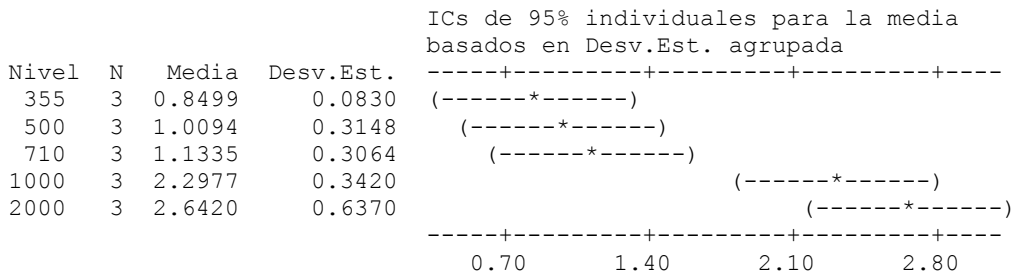
Tamaños	N	Media	Agrupación
2000	3	3.0330	A
500	3	2.6150	A
1000	3	2.3620	A B
355	3	1.4355	B
710	3	1.2685	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 50 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	8.102	2.025	14.02	0.000
Error	10	1.445	0.145		
Total	14	9.547			

S = 0.3802 R-cuad. = 84.86% R-cuad.(ajustado) = 78.81%



Desv.Est. agrupada = 0.3802

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tamaños	N	Media	Agrupación
2000	3	2.6420	A
1000	3	2.2977	A
710	3	1.1335	B
500	3	1.0094	B
355	3	0.8499	B

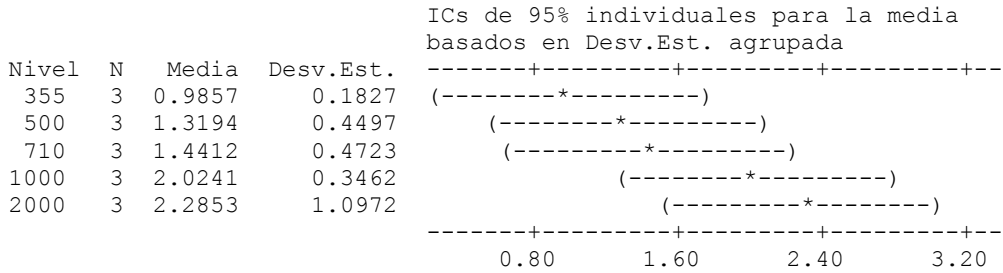
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 60 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	3.390	0.848	2.38	0.122
Error	10	3.565	0.356		

Total 14 6.955

S = 0.5971 R-cuad. = 48.75% R-cuad.(ajustado) = 28.24%



Desv.Est. agrupada = 0.5971

Agrupar información utilizando el método de Tukey

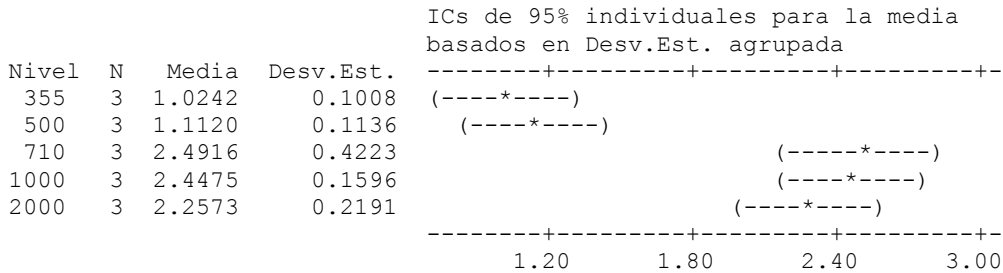
Tamaños	N	Media	Agrupación
2000	3	2.2853	A
1000	3	2.0241	A
710	3	1.4412	A
500	3	1.3194	A
355	3	0.9857	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 70 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	4	6.4796	1.6199	29.47	0.000
Error	10	0.5497	0.0550		
Total	14	7.0293			

S = 0.2344 R-cuad. = 92.18% R-cuad.(ajustado) = 89.05%



Desv.Est. agrupada = 0.2344

Agrupar información utilizando el método de Tukey

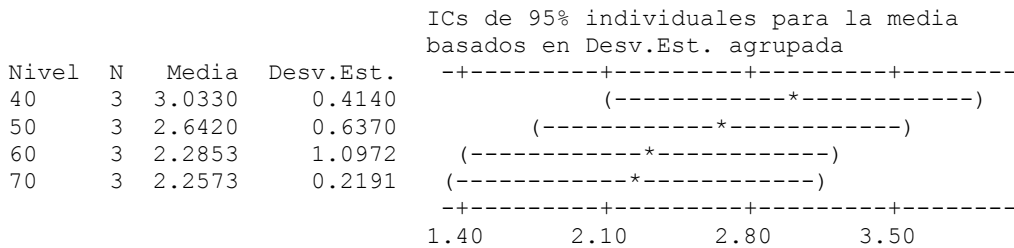
Tamanos	N	Media	Agrupación
710	3	2.4916	A
1000	3	2.4475	A
2000	3	2.2573	A
500	3	1.1120	B
355	3	1.0242	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG2000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.192	0.397	0.87	0.496
Error	8	3.658	0.457		
Total	11	4.850			

S = 0.6762 R-cuad. = 24.58% R-cuad.(ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 0.6762

Agrupar información utilizando el método de Tukey

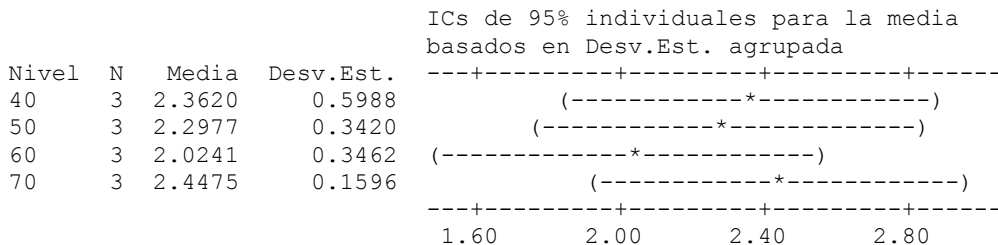
T	N	Media	Agrupación
40	3	3.0330	A
50	3	2.6420	A
60	3	2.2853	A
70	3	2.2573	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG1000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.302	0.101	0.65	0.606
Error	8	1.242	0.155		
Total	11	1.543			

S = 0.3940 R-cuad. = 19.55% R-cuad.(ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 0.3940

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
70	3	2.4475	A
40	3	2.3620	A
50	3	2.2977	A
60	3	2.0241	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG710 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	3.440	1.147	6.54	0.015
Error	8	1.403	0.175		
Total	11	4.842			

S = 0.4187 R-cuad. = 71.03% R-cuad.(ajustado) = 60.17%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
40	3	1.2685	0.4539	(-----*-----)
50	3	1.1335	0.3064	(-----*-----)
60	3	1.4412	0.4723	(-----*-----)
70	3	2.4916	0.4223	(-----*-----)

0.70 1.40 2.10 2.80

Desv.Est. agrupada = 0.4187

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
70	3	2.4916	A
60	3	1.4412	A B
40	3	1.2685	B
50	3	1.1335	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG500 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	4.9987	1.6662	17.84	0.001
Error	8	0.7470	0.0934		
Total	11	5.7457			

S = 0.3056 R-cuad. = 87.00% R-cuad.(ajustado) = 82.12%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
40	3	2.6150	0.2436	(-----*-----)
50	3	1.0094	0.3148	(-----*-----)
60	3	1.3194	0.4497	(-----*-----)
70	3	1.1120	0.1136	(-----*-----)

0.70 1.40 2.10 2.80

Desv.Est. agrupada = 0.3056

Agrupar información utilizando el método de Tukey

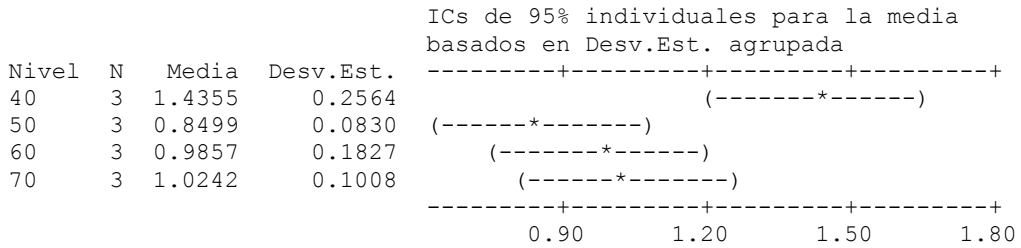
T	N	Media	Agrupación
40	3	2.6150	A
60	3	1.3194	B
70	3	1.1120	B
50	3	1.0094	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG355 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.5734	0.1911	6.58	0.015
Error	8	0.2323	0.0290		
Total	11	0.8057			

S = 0.1704 R-cuad. = 71.16% R-cuad.(ajustado) = 60.35%



Desv.Est. agrupada = 0.1704

Agrupar información utilizando el método de Tukey

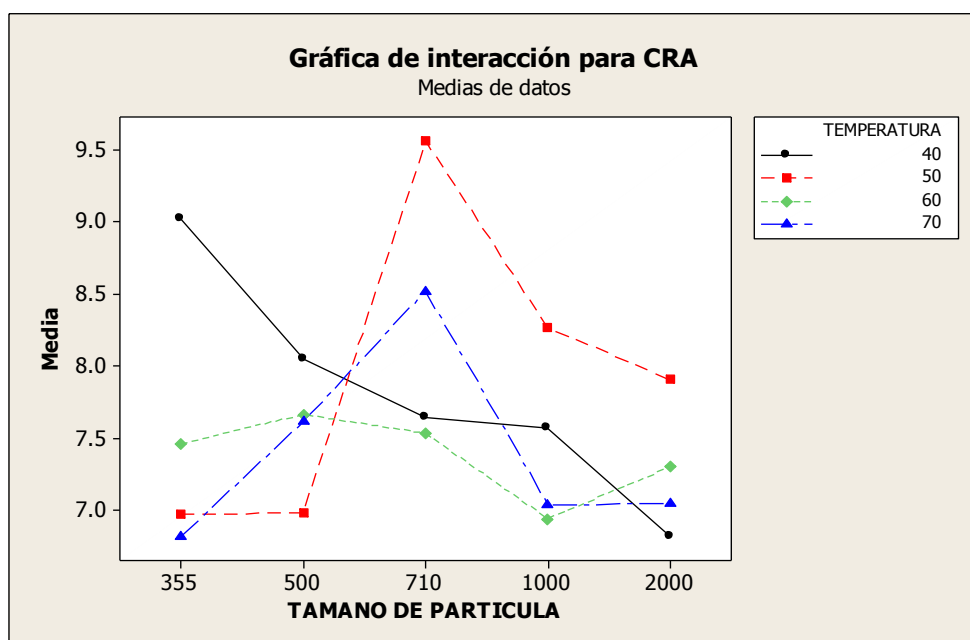
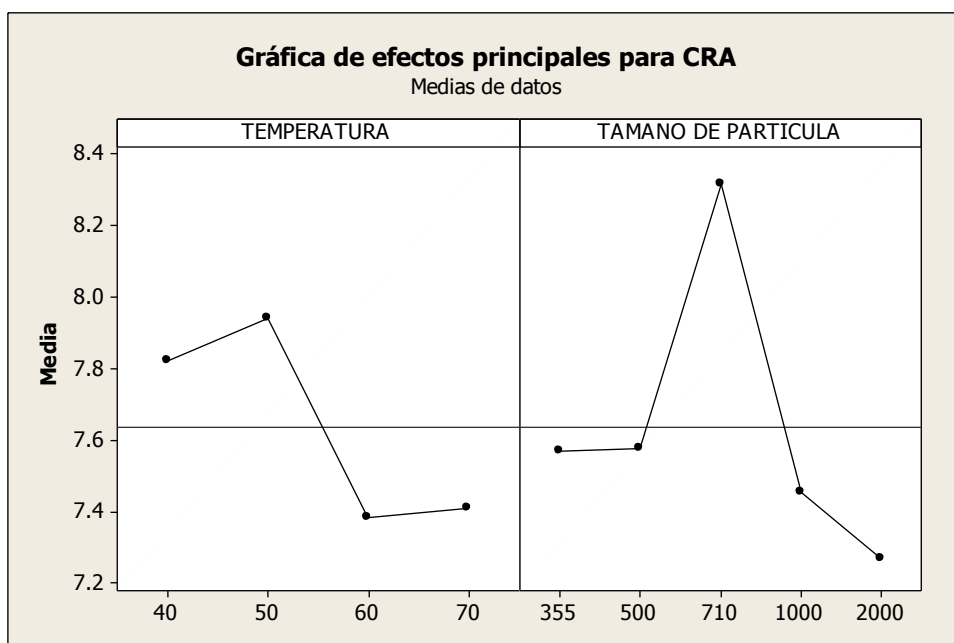
T	N	Media	Agrupación
40	3	1.4355	A
70	3	1.0242	A B
60	3	0.9857	B
50	3	0.8499	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

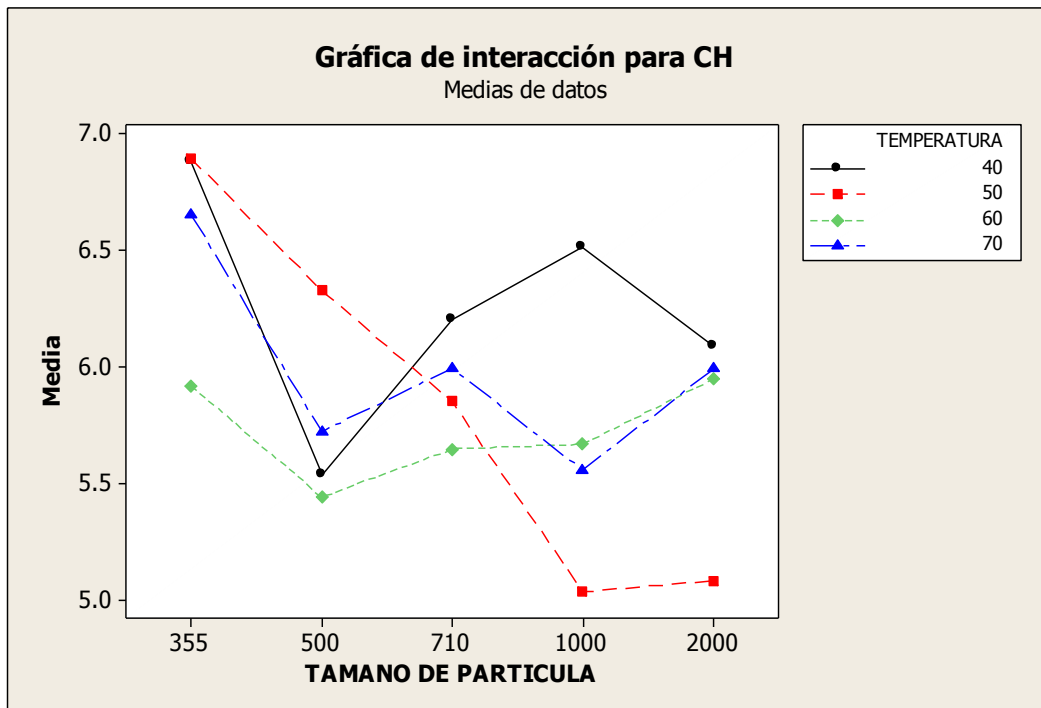
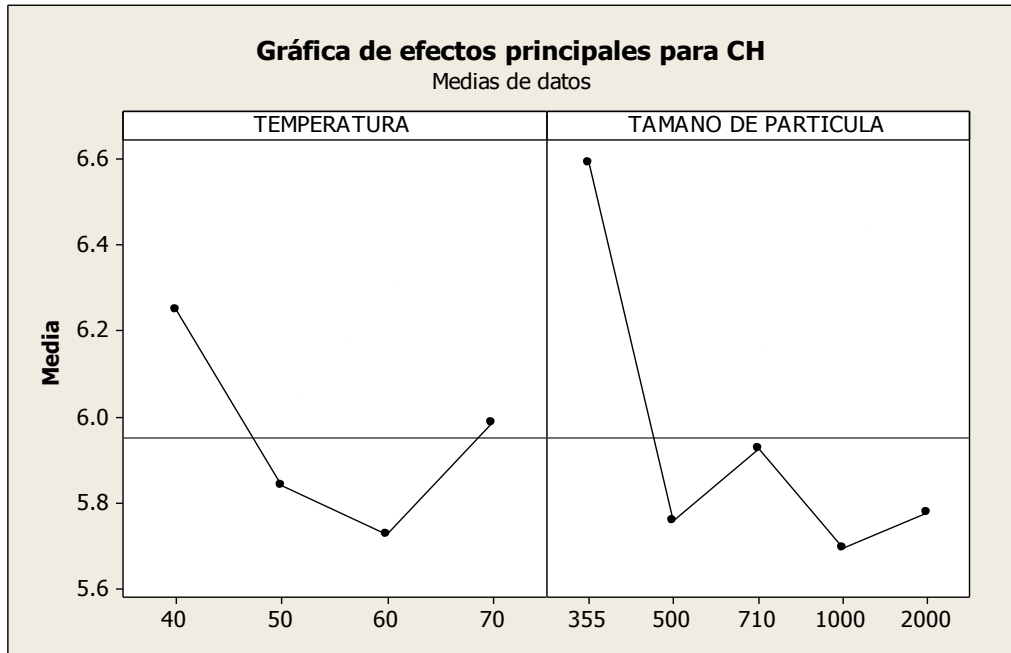
ANEXO 7

GRÁFICAS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES DEL SUBPRODUCTO DE MARACUYÁ

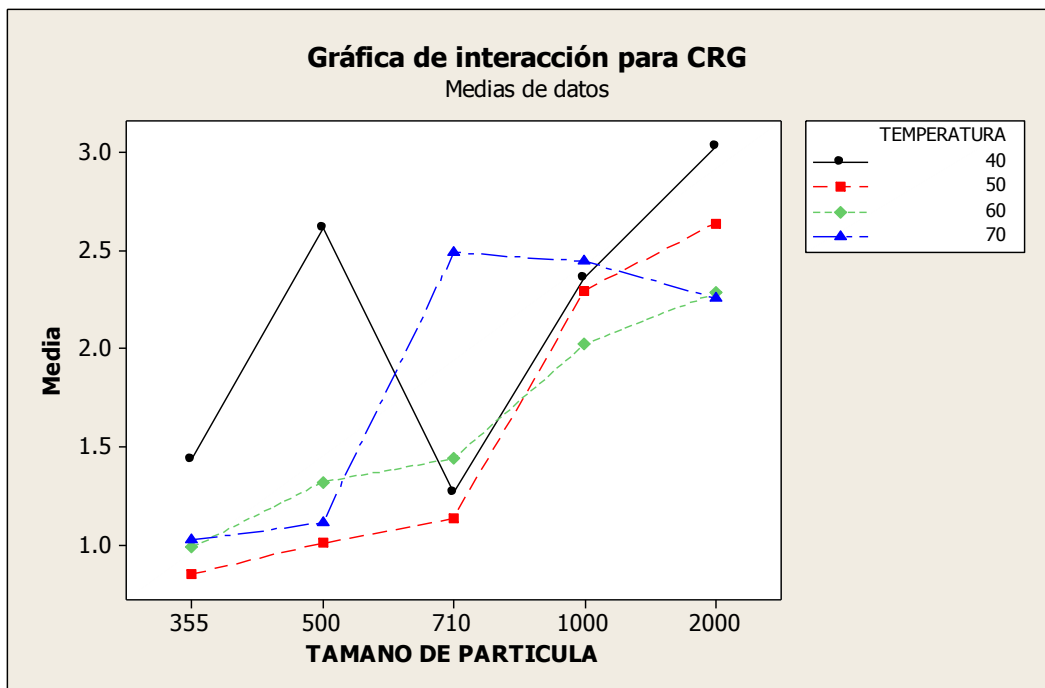
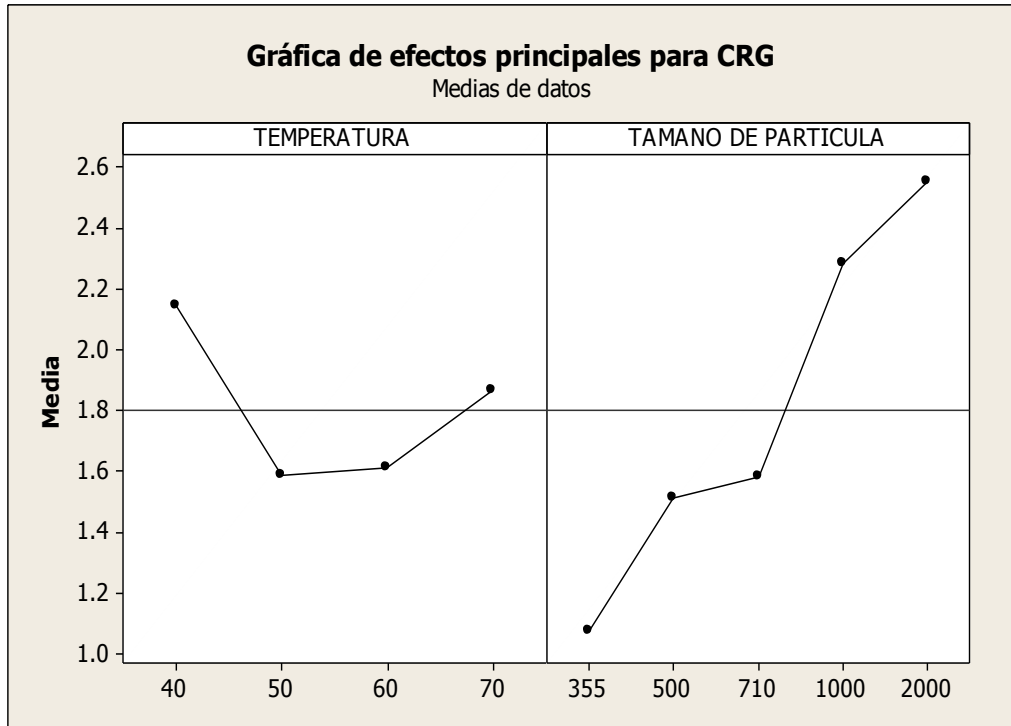
Capacidad de Retención de Agua



Capacidad de Hinchamiento



Capacidad de Retención de Grasa



ANEXO 8

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES DEL SUBPRODUCTO DE CACAO

Capacidad de Retención de Agua

Modelo lineal general: CRA vs. Temperatura, Tam. Partícula

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Temperatura	fijo	4	40, 50, 60, 70
Tam. partícula	fijo	8	106, 125, 250, 355, 500, 710, 1000, 2000

Análisis de varianza para CRA, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Temperatura	3	3.2392	3.2392	1.0797	9.54	0.000
Tam. partícula	7	11.2945	11.2945	1.6135	14.25	0.000
Temperatura*Tam. partícula	21	49.6925	49.6925	2.3663	20.90	0.000
Error	64	7.2462	7.2462	0.1132		
Total	95	71.4724				

Medias de cuadrado mínimo para CRA

	Media	Error estándar de la media
Temperatura		
40	9.288	0.06868
50	9.623	0.06868
60	9.142	0.06868
70	9.220	0.06868
Tam. partícula		
106	9.401	0.09713
125	8.998	0.09713
250	8.687	0.09713
355	9.774	0.09713
500	9.516	0.09713
710	9.716	0.09713
1000	9.148	0.09713
2000	9.305	0.09713
Temperatura*Tam. partícula		
40 106	8.434	0.19427
40 125	9.562	0.19427
40 250	8.100	0.19427
40 355	9.636	0.19427
40 500	9.242	0.19427
40 710	10.588	0.19427
40 1000	9.988	0.19427
40 2000	8.755	0.19427
50 106	9.919	0.19427
50 125	9.651	0.19427
50 250	8.474	0.19427
50 355	10.667	0.19427
50 500	9.527	0.19427
50 710	10.140	0.19427

50	1000	8.378	0.19427
50	2000	10.233	0.19427
60	106	9.750	0.19427
60	125	7.986	0.19427
60	250	8.011	0.19427
60	355	10.332	0.19427
60	500	9.247	0.19427
60	710	8.164	0.19427
60	1000	10.065	0.19427
60	2000	9.578	0.19427
70	106	9.500	0.19427
70	125	8.795	0.19427
70	250	10.166	0.19427
70	355	8.462	0.19427
70	500	10.047	0.19427
70	710	9.972	0.19427
70	1000	8.163	0.19427
70	2000	8.653	0.19427

ANOVA unidireccional: CRA vs. Temperatura

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Temperatura	N	Media	Agrupación
50	24	9.6235	A
40	24	9.2881	A
70	24	9.2198	A
60	24	9.1416	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA vs. Tam. partícula

Agrupar información utilizando el método de Tukey

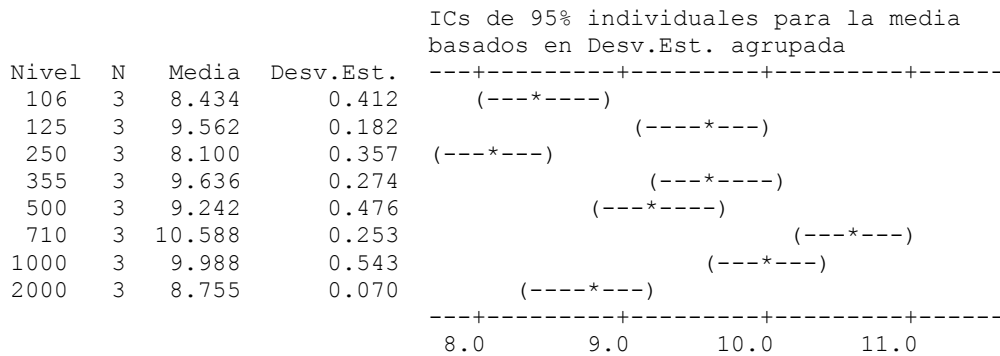
Tam. partícula	N	Media	Agrupación
355	12	9.7744	A
710	12	9.7160	A B
500	12	9.5157	A B
106	12	9.4007	A B
2000	12	9.3048	A B
1000	12	9.1484	A B
125	12	8.9985	A B
250	12	8.6875	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 40 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	14.409	2.058	16.54	0.000
Error	16	1.992	0.124		
Total	23	16.401			

S = 0.3528 R-cuad. = 87.86% R-cuad. (ajustado) = 82.54%



Desv.Est. agrupada = 0.353

Agrupar información utilizando el método de Tukey

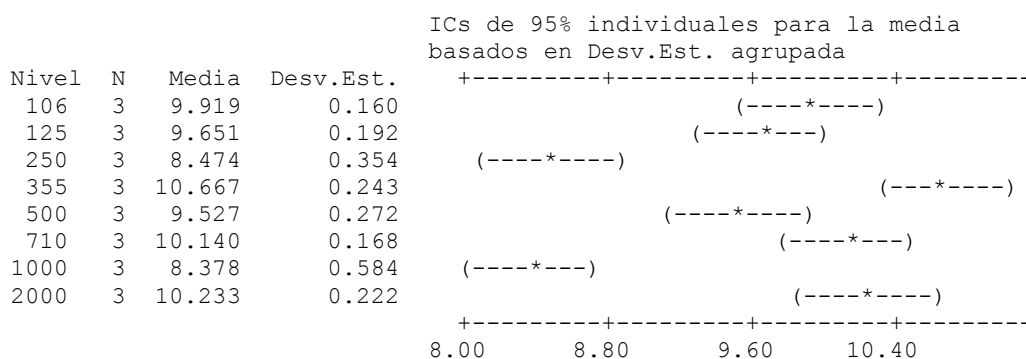
Tamaños	N	Media	Agrupación
710	3	10.5883	A
1000	3	9.9876	A B
355	3	9.6362	A B C
125	3	9.5616	B C
500	3	9.2423	B C D
2000	3	8.7548	C D E
106	3	8.4343	D E
250	3	8.0999	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 50 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	14.0923	2.0132	21.76	0.000
Error	16	1.4802	0.0925		
Total	23	15.5725			

S = 0.3042 R-cuad. = 90.50% R-cuad.(ajustado) = 86.34%



Desv.Est. agrupada = 0.304

Agrupar información utilizando el método de Tukey

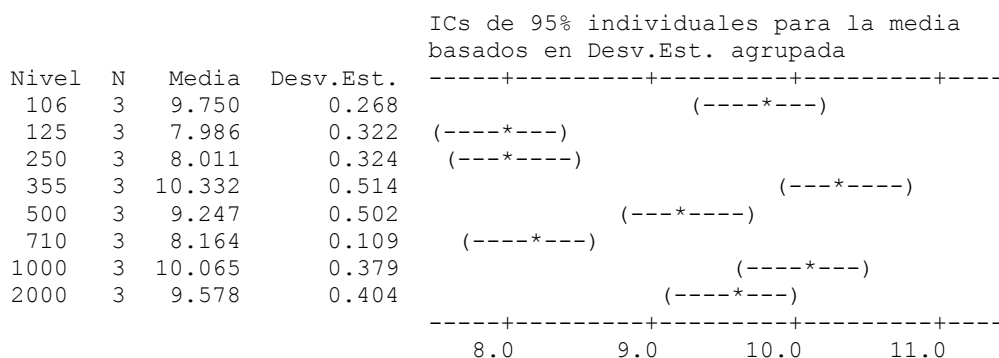
Tamaños	N	Media	Agrupación
355	3	10.6671	A
2000	3	10.2329	A B
710	3	10.1395	A B
106	3	9.9186	A B
125	3	9.6513	B
500	3	9.5266	B
250	3	8.4735	C
1000	3	8.3781	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 60 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	19.236	2.748	19.70	0.000
Error	16	2.232	0.140		
Total	23	21.469			

S = 0.3735 R-cuad. = 89.60% R-cuad.(ajustado) = 85.05%



Desv.Est. agrupada = 0.374

Agrupar información utilizando el método de Tukey

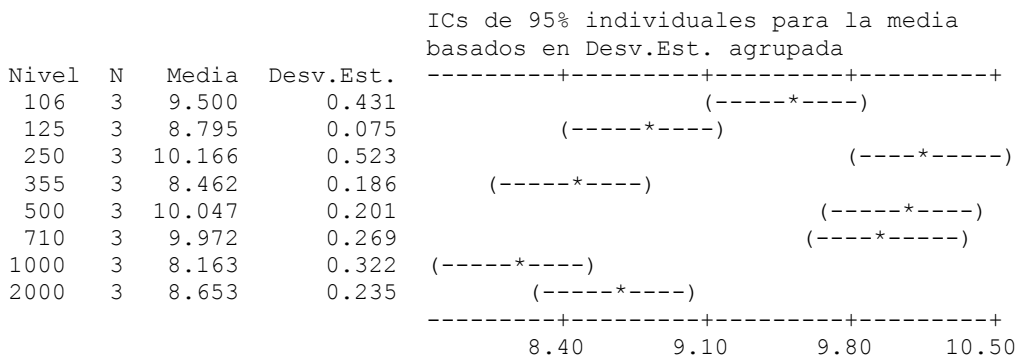
Tamaños	N	Media	Agrupación
355	3	10.3325	A
1000	3	10.0645	A B
106	3	9.7503	A B
2000	3	9.5779	A B
500	3	9.2467	B
710	3	8.1639	C
250	3	8.0108	C
125	3	7.9860	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA 70 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	13.2490	1.8927	19.64	0.000
Error	16	1.5419	0.0964		
Total	23	14.7908			

S = 0.3104 R-cuad. = 89.58% R-cuad.(ajustado) = 85.01%



Desv.Est. agrupada = 0.310

Agrupar información utilizando el método de Tukey

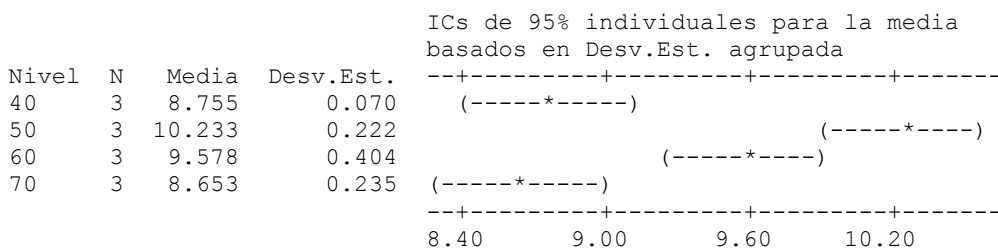
Tamaños	N	Media	Agrupación
250	3	10.1658	A
500	3	10.0473	A
710	3	9.9721	A
106	3	9.4997	A B
125	3	8.7950	B C
2000	3	8.6534	B C
355	3	8.4618	C
1000	3	8.1632	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA2000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	4.9886	1.6629	24.41	0.000
Error	8	0.5449	0.0681		
Total	11	5.5334			

S = 0.2610 R-cuad. = 90.15% R-cuad.(ajustado) = 86.46%



Desv.Est. agrupada = 0.261

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
---	---	-------	------------

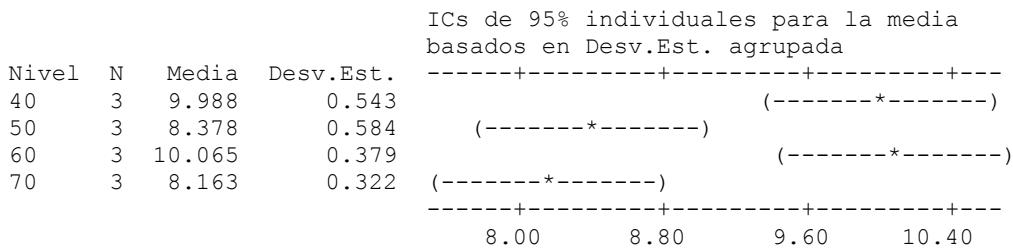
50	3	10.2329	A
60	3	9.5779	A
40	3	8.7548	B
70	3	8.6534	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA1000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	9.322	3.107	14.07	0.001
Error	8	1.767	0.221		
Total	11	11.089			

S = 0.4700 R-cuad. = 84.07% R-cuad.(ajustado) = 78.09%



Desv.Est. agrupada = 0.470

Agrupar información utilizando el método de Tukey

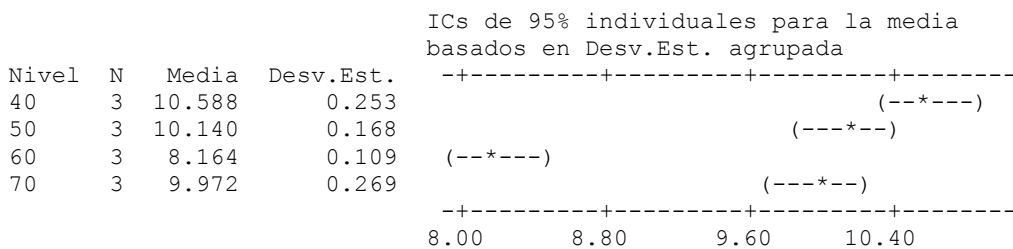
T	N	Media	Agrupación
60	3	10.0645	A
40	3	9.9876	A
50	3	8.3781	B
70	3	8.1632	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA710 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	10.2445	3.4148	77.30	0.000
Error	8	0.3534	0.0442		
Total	11	10.5979			

S = 0.2102 R-cuad. = 96.67% R-cuad.(ajustado) = 95.41%



Desv.Est. agrupada = 0.210
 Agrupar información utilizando el método de Tukey

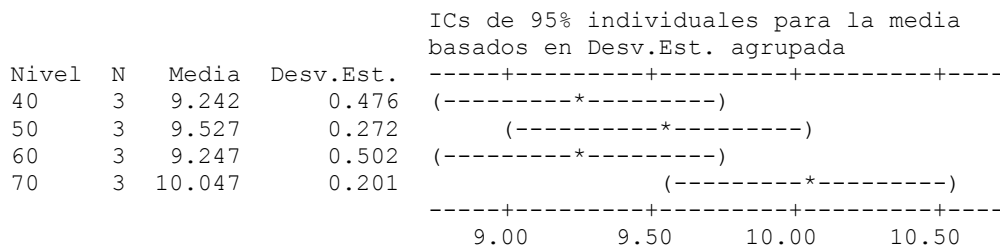
T	N	Media	Agrupación
40	3	10.5883	A
50	3	10.1395	A B
70	3	9.9721	B
60	3	8.1639	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA500 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.289	0.430	2.90	0.102
Error	8	1.187	0.148		
Total	11	2.476			

S = 0.3852 R-cuad. = 52.07% R-cuad.(ajustado) = 34.09%



Desv.Est. agrupada = 0.385

Agrupar información utilizando el método de Tukey

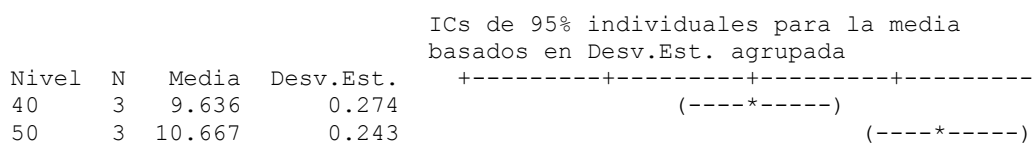
T	N	Media	Agrupación
70	3	10.0473	A
50	3	9.5266	A
60	3	9.2467	A
40	3	9.2423	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA355 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	8.551	2.850	26.31	0.000
Error	8	0.867	0.108		
Total	11	9.418			

S = 0.3291 R-cuad. = 90.80% R-cuad.(ajustado) = 87.35%



60	3	10.332	0.514	(-----*-----)	(-----*-----)
70	3	8.462	0.186	(-----*-----)	

+-----+-----+-----+-----+-----
 8.00 8.80 9.60 10.40

Desv.Est. agrupada = 0.329

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
50	3	10.6671	A
60	3	10.3325	A B
40	3	9.6362	B
70	3	8.4618	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA250 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	9.104	3.035	19.22	0.001
Error	8	1.263	0.158		
Total	11	10.366			

S = 0.3973 R-cuad. = 87.82% R-cuad.(ajustado) = 83.25%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.	-----+-----+-----+-----+-----
40	3	8.100	0.357	(-----*-----)
50	3	8.474	0.354	(-----*-----)
60	3	8.011	0.324	(-----*-----)
70	3	10.166	0.523	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
 8.0 9.0 10.0 11.0

Desv.Est. agrupada = 0.397

Agrupar información utilizando el método de Tukey

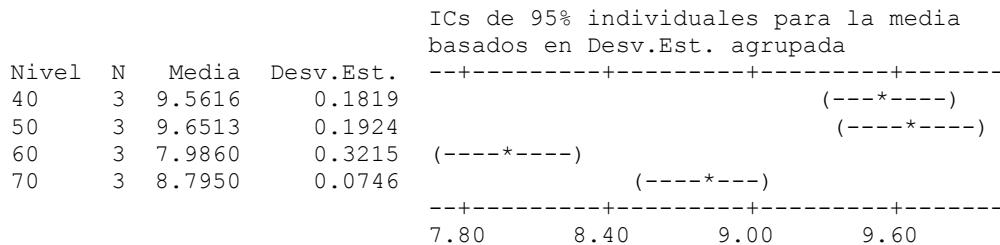
T	N	Media	Agrupación
70	3	10.1658	A
50	3	8.4735	B
40	3	8.0999	B
60	3	8.0108	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA125 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	5.4296	1.8099	40.43	0.000
Error	8	0.3582	0.0448		
Total	11	5.7877			

S = 0.2116 R-cuad. = 93.81% R-cuad.(ajustado) = 91.49%



Desv.Est. agrupada = 0.2116

Agrupar información utilizando el método de Tukey

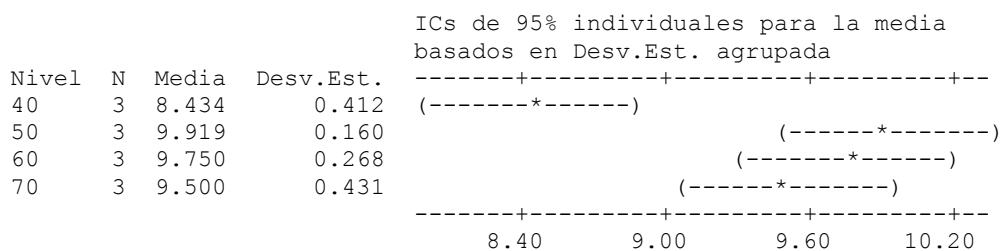
T	N	Media	Agrupación
50	3	9.6513	A
40	3	9.5616	A
70	3	8.7950	B
60	3	7.9860	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRA106 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	4.003	1.334	11.78	0.003
Error	8	0.906	0.113		
Total	11	4.909			

S = 0.3366 R-cuad. = 81.54% R-cuad.(ajustado) = 74.61%



Desv.Est. agrupada = 0.337

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
50	3	9.9186	A
60	3	9.7503	A
70	3	9.4997	A
40	3	8.4343	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Capacidad de Hinchamiento

Modelo lineal general: CH vs. Temperatura, Tam. Partícula

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Temperatura	fijo	4	40, 50, 60, 70
Tam. partícula	fijo	8	106, 125, 250, 355, 500, 710, 1000, 2000

Análisis de varianza para CH, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Temperatura	3	10.9681	10.9681	3.6560	23.97	0.000
Tam. partícula	7	18.8484	18.8484	2.6926	17.66	0.000
Temperatura*Tam. partícula	21	20.4084	20.4084	0.9718	6.37	0.000
Error	64	9.7606	9.7606	0.1525		
Total	95	59.9855				

Medias de cuadrado mínimo para CH

	Media	Error estándar de la media
Temperatura		
40	15.84	0.07972
50	15.61	0.07972
60	15.54	0.07972
70	14.92	0.07972
Tam. partícula		
106	14.76	0.11273
125	16.31	0.11273
250	15.94	0.11273
355	15.60	0.11273
500	15.36	0.11273
710	15.27	0.11273
1000	15.27	0.11273
2000	15.31	0.11273
Temperatura*Tam. partícula		
40 106	14.68	0.22547
40 125	16.67	0.22547
40 250	16.70	0.22547
40 355	15.98	0.22547
40 500	14.47	0.22547
40 710	16.61	0.22547
40 1000	15.72	0.22547
40 2000	15.88	0.22547
50 106	14.90	0.22547
50 125	16.03	0.22547
50 250	16.16	0.22547
50 355	15.87	0.22547
50 500	16.34	0.22547
50 710	14.75	0.22547
50 1000	16.05	0.22547
50 2000	14.75	0.22547
60 106	14.67	0.22547
60 125	16.62	0.22547
60 250	15.96	0.22547
60 355	15.49	0.22547
60 500	16.00	0.22547
60 710	15.00	0.22547

60	1000	14.86	0.22547
60	2000	15.77	0.22547
70	106	14.78	0.22547
70	125	15.92	0.22547
70	250	14.96	0.22547
70	355	15.05	0.22547
70	500	14.65	0.22547
70	710	14.72	0.22547
70	1000	14.45	0.22547
70	2000	14.85	0.22547

ANOVA unidireccional: CH vs. Temperatura

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Temperatura	N	Media	Agrupación
40	24	15.8368	A
50	24	15.6060	A
60	24	15.5446	A
70	24	14.9235	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH vs. Tam. partícula

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tam. partícula	N	Media	Agrupación
125	12	16.3102	A
250	12	15.9446	A B
355	12	15.5964	A B C
500	12	15.3591	B C
2000	12	15.3101	B C
710	12	15.2723	B C
1000	12	15.2713	B C
106	12	14.7576	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 40 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	16.0306	2.2901	29.09	0.000
Error	16	1.2596	0.0787		
Total	23	17.2902			

S = 0.2806 R-cuad. = 92.71% R-cuad.(ajustado) = 89.53%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
106	3	14.684	0.400	(-----*-----)
125	3	16.674	0.143	(-----*-----)
250	3	16.703	0.106	(-----*-----)
355	3	15.975	0.354	(-----*-----)

500	3	14.470	0.275	(----*---)	
710	3	16.615	0.243		(----*---)
1000	3	15.718	0.036	(---*---)	
2000	3	15.877	0.421	(---*---)	

-----+-----+-----+-----+-----

14.40 15.20 16.00 16.80

Desv.Est. agrupada = 0.281

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tamaños	N	Media	Agrupación
250	3	16.7026	A
125	3	16.6736	A
710	3	16.6149	A B
355	3	15.9754	A B C
2000	3	15.8766	B C
1000	3	15.7177	C
106	3	14.6836	D
500	3	14.4499	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 50 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	9.784	1.398	12.98	0.000
Error	16	1.722	0.108		
Total	23	11.507			

S = 0.3281 R-cuad. = 85.03% R-cuad.(ajustado) = 78.48%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
106	3	14.898	0.066	(-----*-----)
125	3	16.028	0.157	
250	3	16.161	0.519	(-----*-----)
355	3	15.870	0.401	(-----*-----)
500	3	16.339	0.241	(-----*-----)
710	3	14.749	0.125	(-----*-----)
1000	3	16.054	0.470	(-----*-----)
2000	3	14.750	0.329	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----

14.40 15.00 15.60 16.20

Desv.Est. agrupada = 0.328

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tamaños	N	Media	Agrupación
500	3	16.3390	A
250	3	16.1606	A
1000	3	16.0536	A
125	3	16.0277	A
355	3	15.8701	A
106	3	14.8982	B
2000	3	14.7500	B

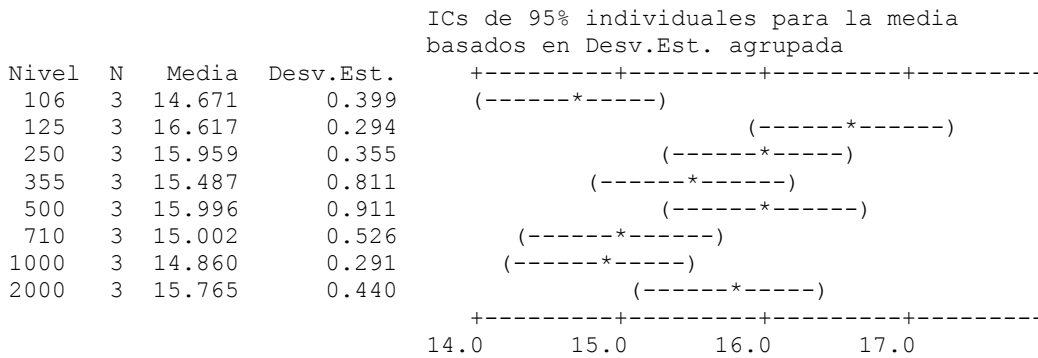
710 3 14.7487 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 60 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	9.309	1.330	4.41	0.007
Error	16	4.827	0.302		
Total	23	14.136			

S = 0.5493 R-cuad. = 65.85% R-cuad.(ajustado) = 50.91%



Desv.Est. agrupada = 0.549

Agrupar información utilizando el método de Tukey

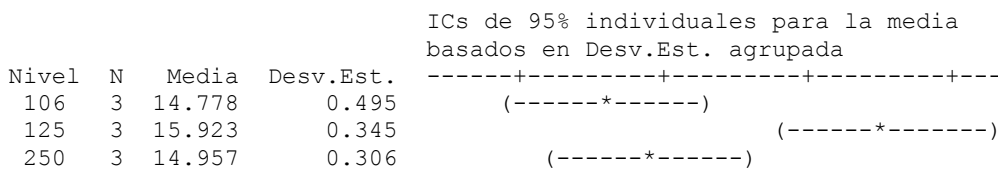
Tamaños	N	Media	Agrupación
125	3	16.6169	A
500	3	15.9957	A B
250	3	15.9588	A B
2000	3	15.7650	A B
355	3	15.4872	A B
710	3	15.0020	B
1000	3	14.8602	B
106	3	14.6707	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH 70 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	4.133	0.590	4.84	0.004
Error	16	1.952	0.122		
Total	23	6.084			

S = 0.3493 R-cuad. = 67.92% R-cuad.(ajustado) = 53.89%



355	3	15.053	0.413	(-----*-----)
500	3	14.652	0.252	(-----*-----)
710	3	14.724	0.402	(-----*-----)
1000	3	14.454	0.272	(-----*-----)
2000	3	14.849	0.221	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
14.40 15.00 15.60 16.20

Desv.Est. agrupada = 0.349

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Tamaños	N	Media	Agrupación
125	3	15.9228	A
355	3	15.0529	A B
250	3	14.9566	A B
2000	3	14.8485	B
106	3	14.7780	B
710	3	14.7237	B
500	3	14.6518	B
1000	3	14.4538	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH2000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	3.164	1.055	7.99	0.009
Error	8	1.055	0.132		
Total	11	4.219			

S = 0.3632 R-cuad. = 74.99% R-cuad.(ajustado) = 65.60%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.	-----+-----+-----+-----+-----
40	3	15.877	0.421	(-----*-----)
50	3	14.750	0.329	(-----*-----)
60	3	15.765	0.440	(-----*-----)
70	3	14.849	0.221	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
14.40 15.00 15.60 16.20

Desv.Est. agrupada = 0.363

Agrupar información utilizando el método de Tukey

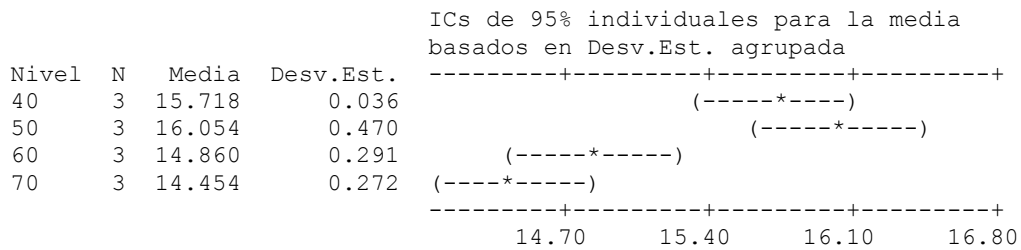
T	N	Media	Agrupación
40	3	15.8766	A
60	3	15.7650	A B
70	3	14.8485	B C
50	3	14.7500	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH1000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	4.9457	1.6486	17.35	0.001
Error	8	0.7602	0.0950		
Total	11	5.7059			

S = 0.3083 R-cuad. = 86.68% R-cuad.(ajustado) = 81.68%



Desv.Est. agrupada = 0.308

Agrupar información utilizando el método de Tukey

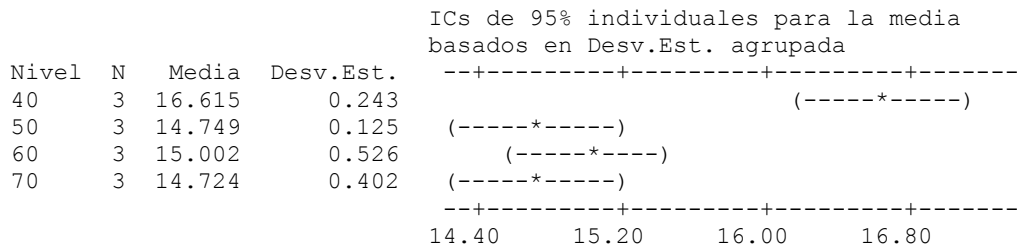
T	N	Media	Agrupación
50	3	16.0536	A
40	3	15.7177	A
60	3	14.8602	B
70	3	14.4538	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH710 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	7.352	2.451	19.13	0.001
Error	8	1.025	0.128		
Total	11	8.377			

S = 0.3579 R-cuad. = 87.77% R-cuad.(ajustado) = 83.18%



Desv.Est. agrupada = 0.358

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
40	3	16.6149	A
60	3	15.0020	B

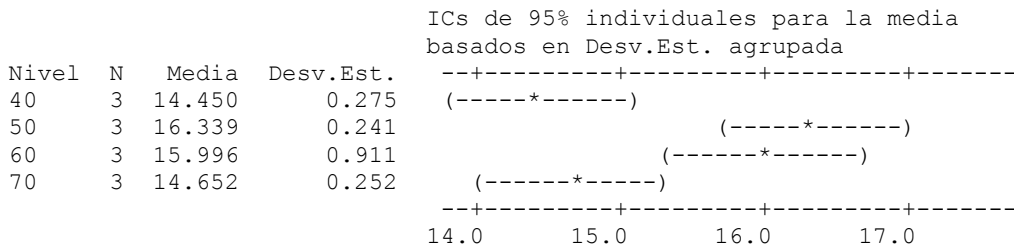
50 3 14.7487 B
 70 3 14.7237 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH500 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	8.077	2.692	10.49	0.004
Error	8	2.053	0.257		
Total	11	10.130			

S = 0.5066 R-cuad. = 79.73% R-cuad.(ajustado) = 72.13%



Desv.Est. agrupada = 0.507

Agrupar información utilizando el método de Tukey

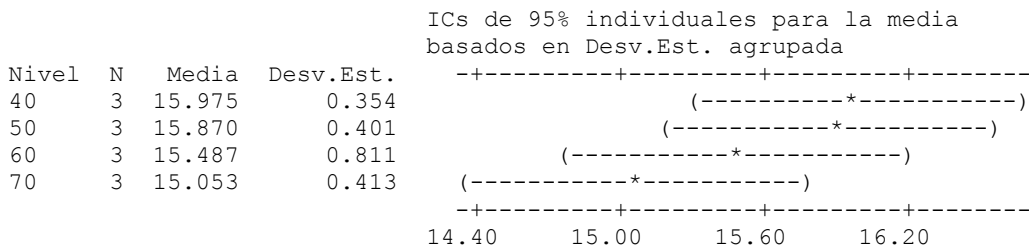
T	N	Media	Agrupación
50	3	16.3390	A
60	3	15.9957	A
70	3	14.6518	B
40	3	14.4499	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH355 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.578	0.526	1.89	0.210
Error	8	2.228	0.279		
Total	11	3.806			

S = 0.5278 R-cuad. = 41.45% R-cuad.(ajustado) = 19.50%



Desv.Est. agrupada = 0.528

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
40	3	15.9754	A
50	3	15.8701	A
60	3	15.4872	A
70	3	15.0529	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH250 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	4.793	1.598	12.77	0.002
Error	8	1.001	0.125		
Total	11	5.793			

S = 0.3537 R-cuad. = 82.73% R-cuad.(ajustado) = 76.25%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.
40	3	16.703	0.106
50	3	16.161	0.519
60	3	15.959	0.355
70	3	14.957	0.306

-----+-----+-----+-----+-----
 (-----*-----)
 (-----*-----)
 (-----*-----)
 (-----*-----)
 -----+-----+-----+-----+-----
 14.70 15.40 16.10 16.80

Desv.Est. agrupada = 0.354

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
40	3	16.7026	A
50	3	16.1606	A
60	3	15.9588	A
70	3	14.9566	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH125 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.3681	0.4560	7.27	0.011
Error	8	0.5017	0.0627		
Total	11	1.8698			

S = 0.2504 R-cuad. = 73.17% R-cuad.(ajustado) = 63.11%

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

Nivel	N	Media	Desv.Est.
40	3	16.674	0.143
50	3	16.028	0.157
60	3	16.617	0.294
70	3	15.923	0.345

+-----+-----+-----+-----+-----
 (-----*-----)
 (-----*-----)
 (-----*-----)
 (-----*-----)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Temperatura	3	0.08790	0.08790	0.02930	0.53	0.664
Tam. partícula	7	3.00431	3.00431	0.42919	7.74	0.000
Temperatura*Tam. partícula	21	8.94930	8.94930	0.42616	7.69	0.000
Error	64	3.54772	3.54772	0.05543		
Total	95	15.58923				

Medias de cuadrado mínimo para CRG

	Media	Error estándar de la media
Temperatura		
40	1.837	0.04806
50	1.777	0.04806
60	1.832	0.04806
70	1.772	0.04806
Tam. partícula		
106	1.918	0.06797
125	2.041	0.06797
250	1.818	0.06797
355	1.636	0.06797
500	1.750	0.06797
710	1.668	0.06797
1000	1.547	0.06797
2000	2.059	0.06797
Temperatura*Tam. partícula		
40 106	1.982	0.13593
40 125	1.880	0.13593
40 250	1.748	0.13593
40 355	1.884	0.13593
40 500	1.687	0.13593
40 710	1.952	0.13593
40 1000	1.717	0.13593
40 2000	1.848	0.13593
50 106	1.761	0.13593
50 125	1.939	0.13593
50 250	1.439	0.13593
50 355	1.473	0.13593
50 500	1.714	0.13593
50 710	1.394	0.13593
50 1000	1.413	0.13593
50 2000	3.084	0.13593
60 106	2.195	0.13593
60 125	2.251	0.13593
60 250	1.669	0.13593
60 355	1.570	0.13593
60 500	2.183	0.13593
60 710	1.436	0.13593
60 1000	1.454	0.13593
60 2000	1.899	0.13593
70 106	1.732	0.13593
70 125	2.094	0.13593
70 250	2.417	0.13593
70 355	1.614	0.13593
70 500	1.416	0.13593
70 710	1.891	0.13593
70 1000	1.602	0.13593
70 2000	1.406	0.13593

ANOVA unidireccional: CRG vs. Tam. partícula

Agrupar información utilizando el método de Tukey

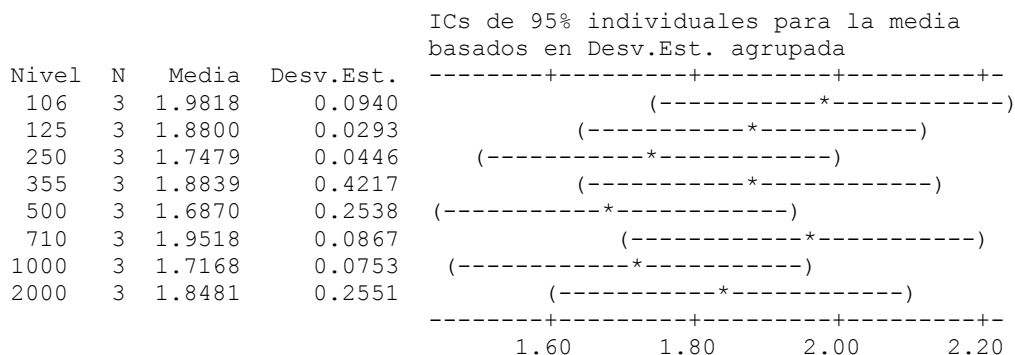
Tam. partícula	N	Media	Agrupación
2000	12	2.0593	A
125	12	2.0409	A
106	12	1.9176	A B
250	12	1.8181	A B
500	12	1.7500	A B
710	12	1.6683	A B
355	12	1.6356	A B
1000	12	1.5466	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 40 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	0.2496	0.0357	0.86	0.558
Error	16	0.6644	0.0415		
Total	23	0.9141			

S = 0.2038 R-cuad. = 27.31% R-cuad.(ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 0.2038

Agrupar información utilizando el método de Tukey

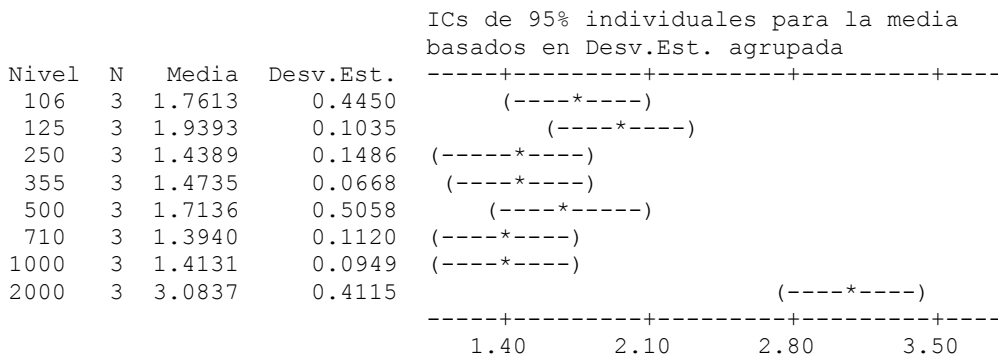
Tamaños	N	Media	Agrupación
106	3	1.9818	A
710	3	1.9518	A
355	3	1.8839	A
125	3	1.8800	A
2000	3	1.8481	A
250	3	1.7479	A
1000	3	1.7168	A
500	3	1.6870	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 50 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	6.6705	0.9529	11.18	0.000
Error	16	1.3640	0.0853		
Total	23	8.0345			

S = 0.2920 R-cuad. = 83.02% R-cuad.(ajustado) = 75.60%



Desv.Est. agrupada = 0.2920

Agrupar información utilizando el método de Tukey

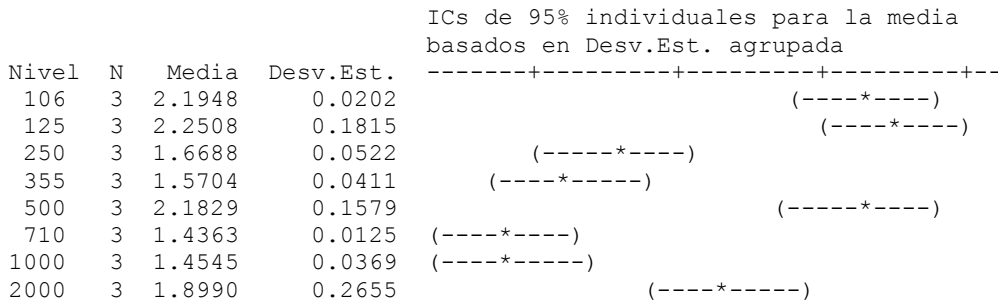
Tamaños	N	Media	Agrupación
2000	3	3.0837	A
125	3	1.9393	B
106	3	1.7613	B
500	3	1.7136	B
355	3	1.4735	B
250	3	1.4389	B
1000	3	1.4131	B
710	3	1.3940	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 60 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	2.4864	0.3552	21.09	0.000
Error	16	0.2694	0.0168		
Total	23	2.7558			

S = 0.1298 R-cuad. = 90.22% R-cuad.(ajustado) = 85.95%



-----+-----+-----+-----+-----
 1.50 1.80 2.10 2.40

Desv.Est. agrupada = 0.1298

Agrupar información utilizando el método de Tukey

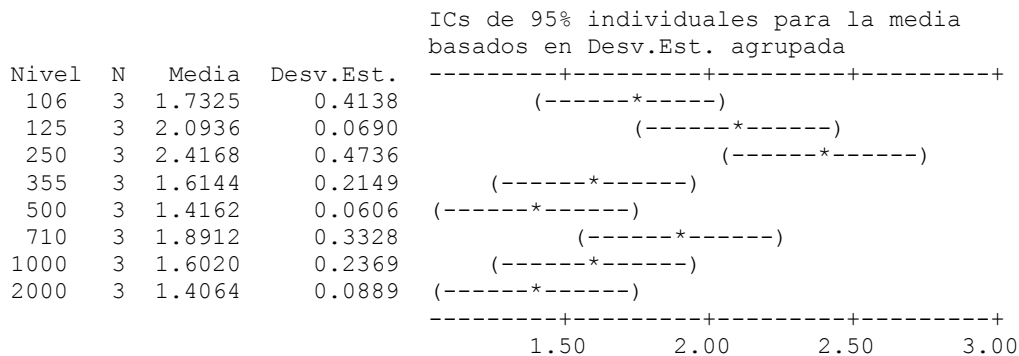
Tamaños	N	Media	Agrupación
125	3	2.2508	A
106	3	2.1948	A
500	3	2.1829	A
2000	3	1.8990	A B
250	3	1.6688	B C
355	3	1.5704	B C
1000	3	1.4545	C
710	3	1.4363	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG 70 vs. Tamaños

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tamaños	7	2.5471	0.3639	4.66	0.005
Error	16	1.2498	0.0781		
Total	23	3.7970			

S = 0.2795 R-cuad. = 67.08% R-cuad.(ajustado) = 52.68%



Desv.Est. agrupada = 0.2795

Agrupar información utilizando el método de Tukey

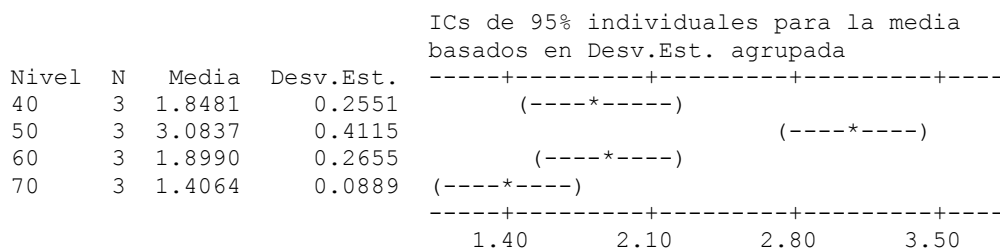
Tamaños	N	Media	Agrupación
250	3	2.4168	A
125	3	2.0936	A B
710	3	1.8912	A B
106	3	1.7325	A B
355	3	1.6144	B
1000	3	1.6020	B
500	3	1.4162	B
2000	3	1.4064	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG2000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	4.6378	1.5459	19.77	0.000
Error	8	0.6255	0.0782		
Total	11	5.2634			

S = 0.2796 R-cuad. = 88.12% R-cuad.(ajustado) = 83.66%



Desv.Est. agrupada = 0.2796

Agrupar información utilizando el método de Tukey

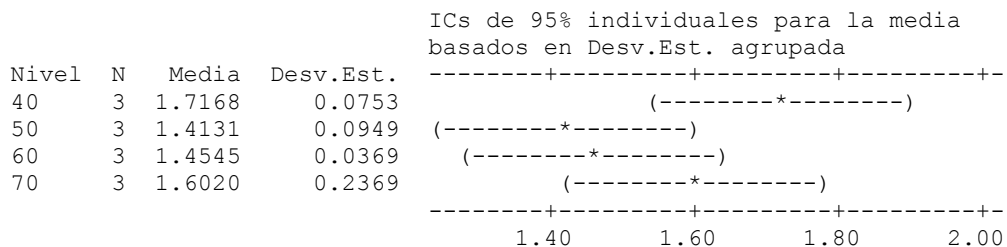
T	N	Media	Agrupación
50	3	3.0837	A
60	3	1.8990	B
40	3	1.8481	B
70	3	1.4064	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG1000 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.1751	0.0584	3.23	0.082
Error	8	0.1443	0.0180		
Total	11	0.3194			

S = 0.1343 R-cuad. = 54.81% R-cuad.(ajustado) = 37.86%



Desv.Est. agrupada = 0.1343

Agrupar información utilizando el método de Tukey

T	N	Media	Agrupación
40	3	1.7168	A
70	3	1.6020	A

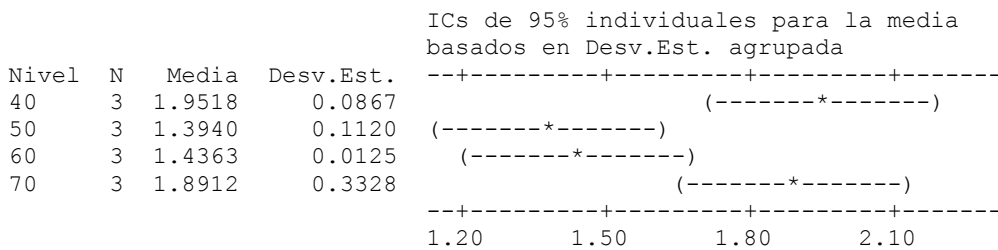
60 3 1.4545 A
 50 3 1.4131 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG710 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.7774	0.2591	7.91	0.009
Error	8	0.2620	0.0327		
Total	11	1.0393			

S = 0.1810 R-cuad. = 74.80% R-cuad.(ajustado) = 65.34%



Desv.Est. agrupada = 0.1810

Agrupar información utilizando el método de Tukey

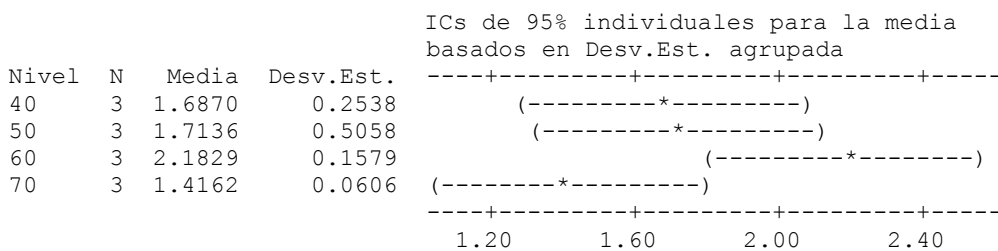
T	N	Media	Agrupación
40	3	1.9518	A
70	3	1.8912	A B
60	3	1.4363	B C
50	3	1.3940	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG500 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.9124	0.3041	3.49	0.070
Error	8	0.6977	0.0872		
Total	11	1.6101			

S = 0.2953 R-cuad. = 56.67% R-cuad.(ajustado) = 40.41%



Desv.Est. agrupada = 0.2953

Agrupar información utilizando el método de Tukey

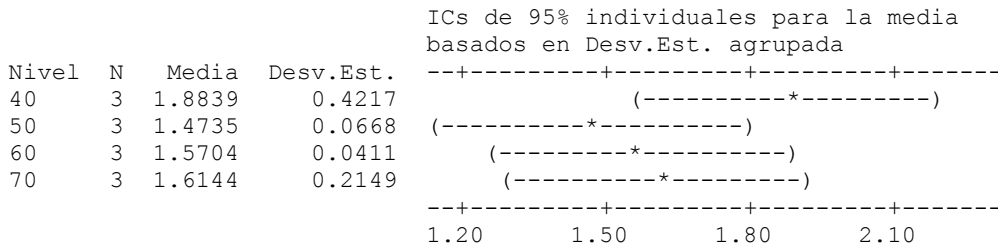
T	N	Media	Agrupación
60	3	2.1829	A
50	3	1.7136	A
40	3	1.6870	A
70	3	1.4162	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG355 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.2780	0.0927	1.61	0.262
Error	8	0.4604	0.0575		
Total	11	0.7383			

S = 0.2399 R-cuad. = 37.65% R-cuad.(ajustado) = 14.27%



Desv.Est. agrupada = 0.2399

Agrupar información utilizando el método de Tukey

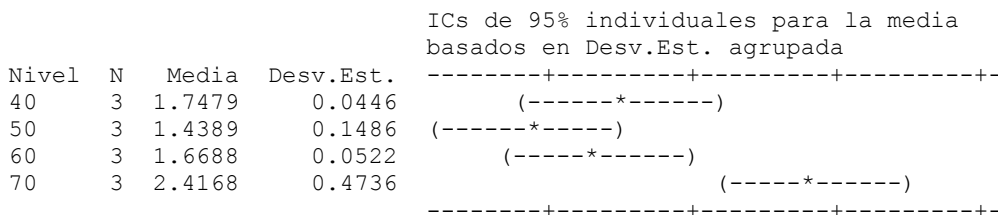
T	N	Media	Agrupación
40	3	1.8839	A
70	3	1.6144	A
60	3	1.5704	A
50	3	1.4735	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG250 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	1.5884	0.5295	8.43	0.007
Error	8	0.5022	0.0628		
Total	11	2.0906			

S = 0.2506 R-cuad. = 75.98% R-cuad.(ajustado) = 66.97%



Desv.Est. agrupada = 0.2506 1.50 2.00 2.50 3.00

Agrupar información utilizando el método de Tukey

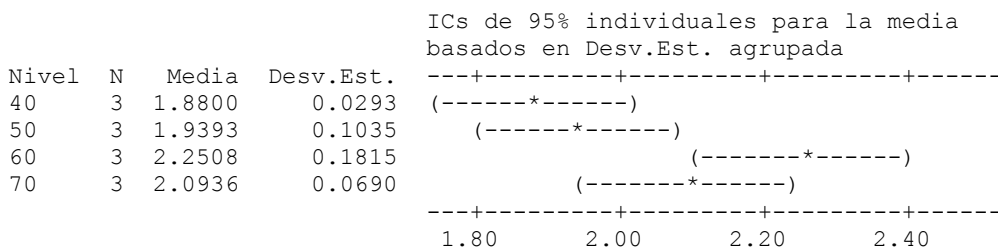
T	N	Media	Agrupación
70	3	2.4168	A
40	3	1.7479	B
60	3	1.6688	B
50	3	1.4389	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG125 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.2492	0.0831	6.74	0.014
Error	8	0.0986	0.0123		
Total	11	0.3478			

S = 0.1110 R-cuad. = 71.65% R-cuad.(ajustado) = 61.02%



Desv.Est. agrupada = 0.1110

Agrupar información utilizando el método de Tukey

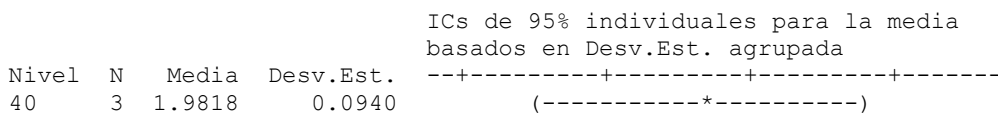
T	N	Media	Agrupación
60	3	2.2508	A
70	3	2.0936	A B
50	3	1.9393	B
40	3	1.8800	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG106 vs. T

Fuente	GL	SC	MC	F	P
T	3	0.4190	0.1397	1.48	0.293
Error	8	0.7570	0.0946		
Total	11	1.1760			

S = 0.3076 R-cuad. = 35.63% R-cuad.(ajustado) = 11.49%



50	3	1.7613	0.4450	(-----*-----)
60	3	2.1948	0.0202	(-----*-----)
70	3	1.7325	0.4138	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				1.40 1.75 2.10 2.45

Desv.Est. agrupada = 0.3076

Agrupar información utilizando el método de Tukey

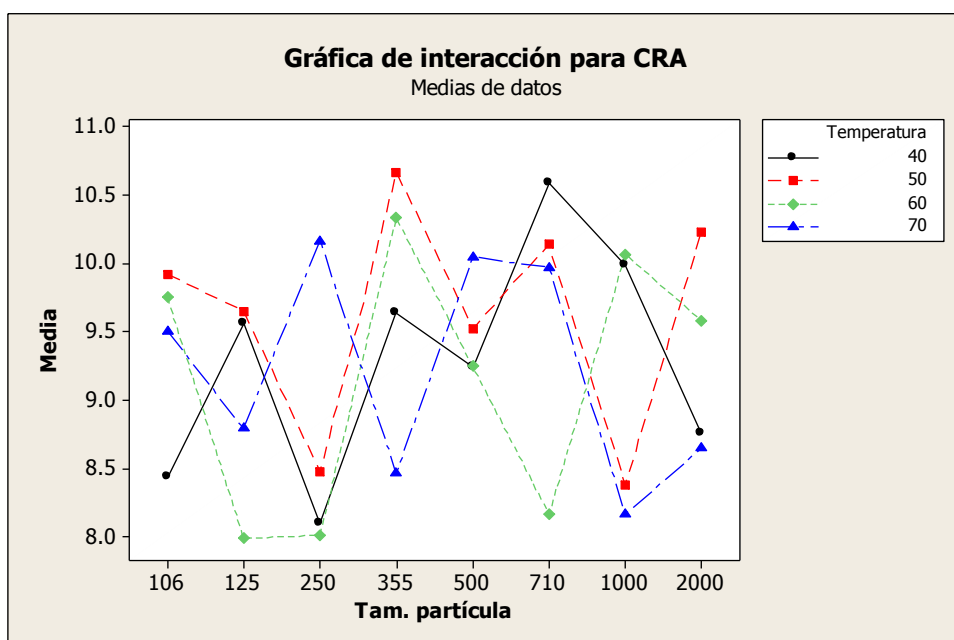
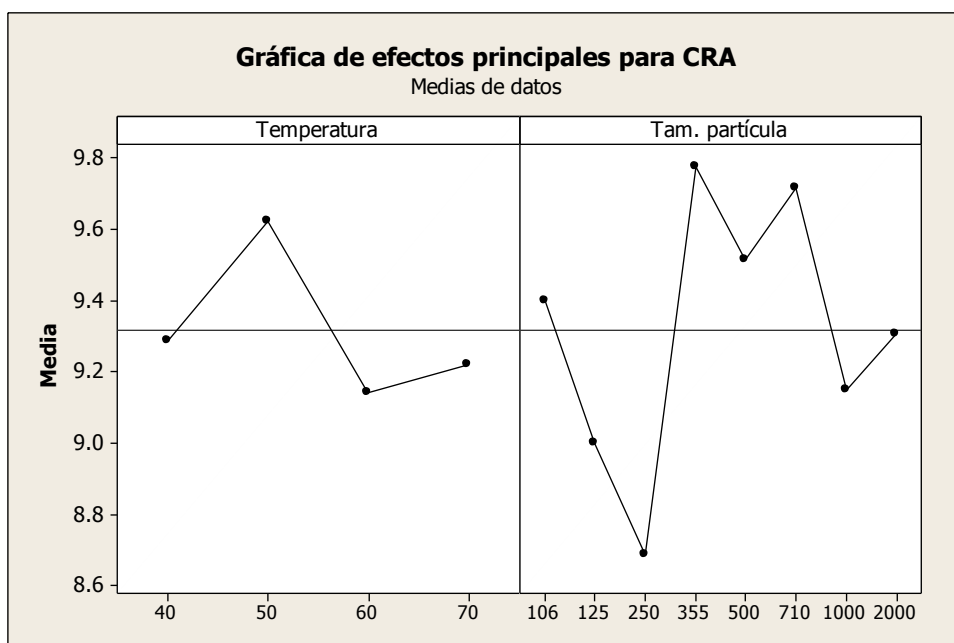
T	N	Media	Agrupación
60	3	2.1948	A
40	3	1.9818	A
50	3	1.7613	A
70	3	1.7325	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

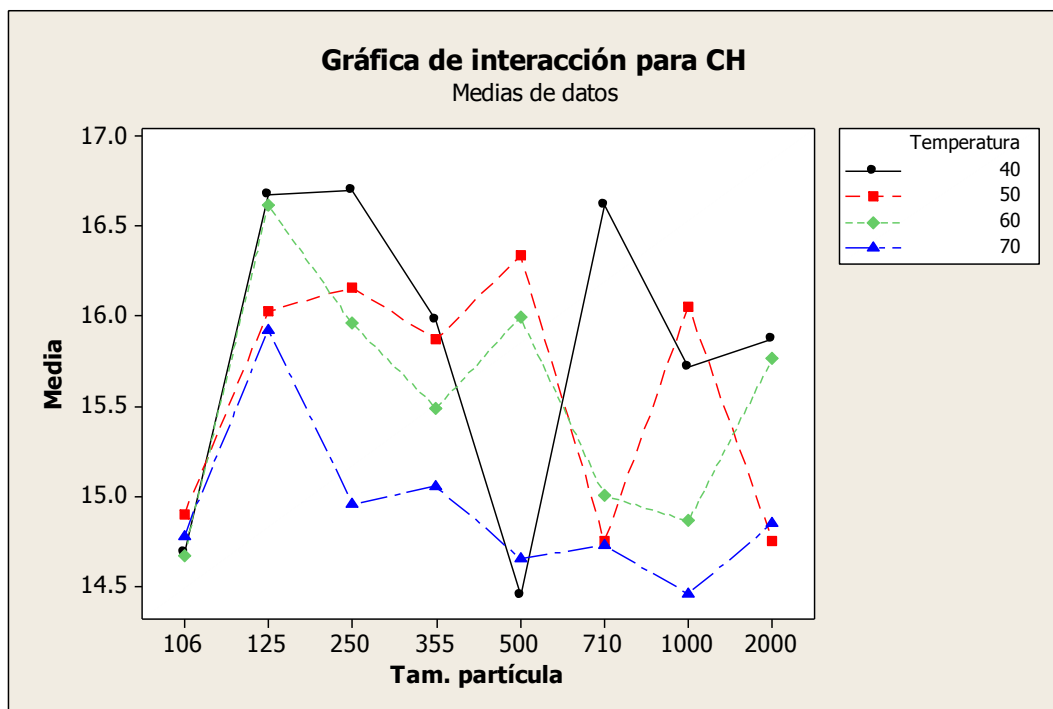
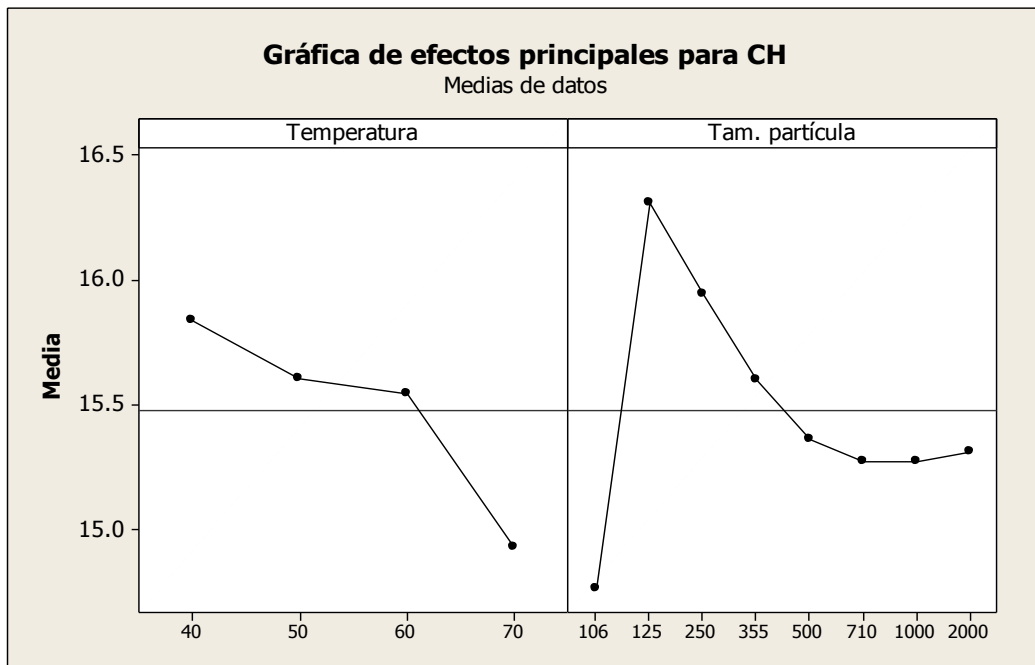
ANEXO 9

GRÁFICAS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES DEL SUBPRODUCTO DE CACAO

Capacidad de Retención de Agua



Capacidad de Hinchamiento



Capacidad de Retención de Grasa

