

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“VARIACIÓN DE HUMEDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE
CHOCOLATES OSCUROS EMPACADOS Y SU
ACEPTABILIDAD SENSORIAL”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

CLAUDIA SOFIA EURIBE GARRIDO

LIMA - PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	EURIBE-GARRIDO, CLAUDIA SOFIA 111022.pdf (D147504917)
Submitted	10/24/2022 6:42:00 PM
Submitted by	Milber Oswaldo Ureña Peralta
Submitter email	moup@lamolina.edu.pe
Similarity	0%
Analysis address	moup.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "VARIACIÓN DE HUMEDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE CHOCOLATES OSCUROS EMPACADOS Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL" TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS CLAUDIA SOFIA EURIBE GARRIDO LIMA - PERÚ 2022

----- La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "VARIACIÓN DE HUMEDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE CHOCOLATES OSCUROS EMPACADOS Y SU ACEPTABILIDAD SENSORIAL" Presentado por: CLAUDIA SOFIA EURIBE GARRIDO TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado: ----- Dr. Américo Guevara PRESIDENTE ----- Dr. Luis Condezo Hoyos MIEMBRO ----- Mg. Sc. Silvia García Torres MIEMBRO ----- Dr. Milber Ureña Peralta ASESOR ----- Gabriela Chire Fajardo, PhD CO-ASESOR LIMA-PERÚ 2022

DEDICATORIA En memoria de mi hermano Benito, que siempre está presente en cada paso que doy, gracias. Para mi hijo, vida de mi vida que creces día a día y me acompañas en todo momento.

AGRADECIMIENTOS ? A Dios, mi madre por sus grandes palabras, padre, hermanos y novio, por su motivación y empuje a concluir la presente investigación. ? A mis patrocinadores, Dr. Milber Oswaldo Ureña Peralta y PhD. Gabriela Cristina Chire Fajardo, por su asesoramiento, apoyo y cariño incondicional. ? A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por todos los años de aprendizaje y por brindarme los recursos necesarios para el desarrollo de la presente investigación. ? A la Facultad de Industrias Alimentarias, por nutrir mi desarrollo personal y profesional. ? A los miembros del jurado, Dr. Américo Guevara Pérez, Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos y Mg. Sc. Silvia Melissa García Torres, por su apoyo y disponibilidad. ? A todos los técnicos de los laboratorios (físicoquímica de alimentos, envases y embalajes y análisis sensorial) de la Facultad de Industrias Alimentarias, por su buena disposición siempre. ? A mis grandes amigos que me dejo la universidad que hasta ahora perdura su amistad.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“VARIACIÓN DE HUMEDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE
CHOCOLATES OSCUROS EMPACADOS Y SU
ACEPTABILIDAD SENSORIAL”**

Presentado por:

CLAUDIA SOFIA EURIBE GARRIDO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Américo Guevara
PRESIDENTE**

**Dr. Luis A. Condezo Hoyos
MIEMBRO**

**Mg. Sc. Silvia M. García Torres
MIEMBRO**

**Dr. Milber O. Ureña Peralta
ASESOR**

**PhD. Gabriela C. Chire Fajardo
CO-ASESOR**

LIMA-PERÚ

2022

DEDICATORIA

En memoria de mi hermano Benito, que siempre
está presente en cada paso que doy, gracias.

Para mi hijo, vida de mi vida que creces día a día
y me acompañas en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, mi madre por sus grandes palabras, padre, hermanos y novio, por su motivación y empuje a concluir la presente investigación.
- A mis patrocinadores, Dr. Milber Oswaldo Ureña Peralta y PhD. Gabriela Cristina Chire Fajardo, por su asesoramiento, apoyo y cariño incondicional.
- A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por todos los años de aprendizaje y por brindarme los recursos necesarios para el desarrollo de la presente investigación.
- A la Facultad de Industrias Alimentarias, por nutrir mi desarrollo personal y profesional.
- A los miembros del jurado, Dr. Américo Guevara Pérez, Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos y Mg. Sc. Silvia Melissa García Torres, por su apoyo y disponibilidad.
- A todos los técnicos de los laboratorios (físicoquímica de alimentos, envases y embalajes y análisis sensorial) de la Facultad de Industrias Alimentarias, por su buena disposición siempre.
- A mis grandes amigos que me dejó la universidad que hasta ahora perdura su amistad.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. EL CHOCOLATE.....	3
2.1.1. Definición	3
2.1.2. Clasificación	4
2.1.3. Porcentaje de cacao.....	4
2.1.4. Composición química	5
2.2. LA MANTECA DE CACAO	5
2.3. EL AZÚCAR.....	7
2.4. FACTORES QUE AFECTAN EL DETERIORO DEL CHOCOLATE OSCURO	8
2.4.1. Factores inherentes al producto	8
2.4.2. Factores ambientales.....	9
2.5. PRINCIPALES TIPOS DE DETERIOROS EN EL CHOCOLATE.....	10
2.5.1. Eflorescencia grasa	10
2.5.2. Eflorescencia del azúcar	11
2.5.3. Interacción de otros componentes	11
2.5.4. Migración de la humedad	11
2.6. EMPAQUES	12
2.6.1. Papel manteca (PM).....	14
2.6.2. Papel aluminio (PA)	14
2.6.3. Polipropileno (PP)	15
2.6.4. Laminado (LM)	16
2.7. TIEMPO DE VIDA.....	16
2.8. PERMEABILIDAD	17
2.8.1. Factores de dependencia de la permeabilidad.....	17
2.8.2. Mecanismos de permeación.....	17
2.8.3. Efecto de la temperatura	18

2.9. CINÉTICA DE HUMECTACIÓN	18
2.10. PROPIEDADES SENSORIALES	19
2.11. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETO AL AZAR (DBCA).....	21
2.12. T STUDENT	22
2.13. PRUEBA ANOVA	23
III. METODOLOGÍA	25
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	25
3.2. MATERIA PRIMA Y MATERIALES DE EMPAQUE	25
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	26
3.3.1. Equipos	26
3.3.2. Reactivos.....	27
3.3.3. Utensilios	27
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS	28
3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	30
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. CARACTERIZACIÓN POR ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS CHOCOLATES OSCUROS Y LOS EMPAQUES POR ESPESOR Y GRAMAJE	35
4.2. CINÉTICA DE GANANCIA DE HUMEDAD DE DOS CHOCOLATES OSCUROS EN DIFERENTES EMPAQUES	37
4.4. CARACTERIZACIÓN POR EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS CHOCOLATES CON MENOR GANANCIA DE HUMEDAD.....	46
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. BIBLIOGRAFÍA	51
VIII. ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición fisicoquímica del chocolate simple con azúcar, por 100 g	5
Tabla 2: Cristalización polimorfa de la manteca de cacao y temperatura de fusión.	7
Tabla 3: Permeabilidad de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua para diferentes empaques.....	19
Tabla 4: Resumen de pruebas paramétricas	22
Tabla 5: Diseño experimental	34
Tabla 6: Análisis proximal de los chocolates A y B (45 y 52 por ciento de cacao), en g /100 g de alimento.....	35
Tabla 7: Valores promedio de espesor (mm) y gramaje (g/m ²) de los diferentes materiales de empaque	36
Tabla 8: Humedad promedio en 90 días de almacenamiento para los chocolates A y B (45 y 52% de cacao)	43
Tabla 9: Modelo matemático que describe la cinética de humectación de chocolates con 45 y 52 por ciento de cacao contenido en diferentes empaques	45
Tabla 10: Aceptabilidad general del chocolate y datos del consumidor	47
Tabla 11: Resumen de la evaluación de aceptabilidad general del chocolate (A y B) oscuro empacado en laminado	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: (a) Permeabilidad al vapor de agua en función del contenido de grasa sólida. (b) Contenido de grasa sólida en función de la temperatura.....	13
Figura 2: Tarjeta de evaluación sensorial	31
Figura 3: Diagrama del proceso experimental.....	32
Figura 4: Variación de la humedad (g de agua/100g de materia seca) en función del tiempo (días) para el chocolate de 45 % de cacao (A) y 52 % de cacao (B)	39

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	DATOS DE COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CHOCOLATES A (45 POR CIENTO) Y B (52 POR CIENTO).....	59
ANEXO 2:	RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATES OSCUROS A (45 POR CIENTO) Y B (52 POR CIENTO).....	60
ANEXO 3:	VALORES DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES DE EMPAQUES USADOS PARA LOS CHOCOLATES A Y B (45 Y 52 POR CIENTO).....	70
ANEXO 4:	DATOS DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA CADA TIPO DE EMPAQUE DE LOS CHOCOLATES A Y B EN EL TIEMPO	72
ANEXO 5:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CINÉTICA DE GANANCIA DE HUMEDAD DE CHOCOLATE A Y B EN DIFERENTES EMPAQUES (DÍA CERO).....	79
ANEXO 6:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 15).....	102
ANEXO 7:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 30).....	107
ANEXO 8:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 45).....	110
ANEXO 9:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 60).....	113
ANEXO 10:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 75).....	116
ANEXO 11:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 90).....	119

ANEXO 12: DATOS DE EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD GENERAL DEL CHOCOLATE (EMPACADO EN LAMINADO)	122
ANEXO 13: EMPAQUES UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN....	124

RESUMEN

Se obtuvo la cinética de ganancia de humedad de dos tipos de chocolates oscuros comerciales peruanos (45 y 52 por ciento de cacao) en cuatro diferentes tipos de empaque: papel manteca (PM), papel aluminio (PA), polipropileno (PP) y laminado (LM), tomando como índice de calidad la ganancia de humedad. Los chocolates empacados fueron expuestos a un ambiente acondicionado dentro de campanas de vidrio con una solución saturada de cromato de potasio (90 por ciento de humedad relativa, aproximadamente) por 90 días, donde se determinó la humedad de los chocolates empacados por el método de gravimétrico cada quince días y durante 90 días. Luego de un análisis los chocolates de 45 y 52 por ciento empacados en laminado (LM) fueron elegidos, se procesó una cinética modelada en función de la humedad (H) por regresión con las siguientes ecuaciones: $H = e^{-0,5409 + 0,00018*t^2}$, con $R^2 = 75,20\%$ y $r = 0,87$ y $EEE = 0,3$ y $H = e^{-0,0779 + 0,0001*t^2}$, con $R^2 = 69,52\%$ y $r = 0,83$ y $EEE = 0,2$, respectivamente. El chocolate empacado con 45 y 52 por ciento de cacao en laminado (LM) fue sometido a una prueba sensorial de aceptabilidad general usando una escala hedónica lineal no estructurada de 10 cm, con tres niveles: no me agrada, ni me agrada-ni desagrada y me agrada, donde a partir de 6 cm fue la aceptabilidad. Alcanzaron una valoración de 95,6 y 51,1 por ciento en aceptabilidad general, respectivamente.

Palabras clave: Chocolate peruano, humedad de saturación, laminado y porcentaje de cacao.

ABSTRACT

The moisture gain kinetics of two types of commercial Peruvian dark chocolates (45 and 52 percent cocoa) in four different types of packaging were obtained: butter paper (BP), aluminum foil (AF), polypropylene (PP) and laminated (LM), taking moisture gain as the quality index. The packed chocolates were exposed to a conditioned environment inside glass bells with a potassium chromate solution (90 percent of relative moisture approximate) for 90 days, where the gravimetric humidity was determined of the packed chocolate every fifteen days and for 90 days. After an analysis of the 45 and 52 percent chocolates packed in laminate (LM) were chosen, a modeled kinetics was processed as a function of moisture (M) by regression with the following equations: $M = e^{-0.5409 + 0.0002*t^2}$, with R^2 (%) = 75.20 y $r = 0.87$ and $EEE = 0.3$ and $M = e^{-0.0779 + 0.0001*t^2}$, with R^2 (%) = 69.52 y $r = 0.83$ and $EEE = 0.2$, respectively. Chocolate packaged with 45 and 52 percent cocoa in laminated (LM) was subjected to a sensory test of general acceptability using an unstructured linear hedonic scale of 10 cm, with three levels: dislike, like-nor dislike. and I like it, where from 6 cm was the acceptability. They reached a rating of 95.6 and 51.1 percent in general acceptability, respectively.

Keywords: Peruvian chocolate, saturation moisture, laminate and percentage of cocoa.

I. INTRODUCCIÓN

El chocolate es uno de los alimentos dulces más populares del mundo, no solo por su gran variedad en formas, texturas y sabores sino también por las propiedades que se les han atribuido a sus componentes desde tiempos ancestrales.

El chocolate debe tener un mínimo de 35 por ciento de cacao en su composición y ser atemperado para tener un color constante, empacado y almacenado a condiciones específicas de 18 a 20 °C y 50-60 por ciento, de humedad relativa (INACAL, 2017). En el mercado existen diferentes tipos de materiales para el empaqueo, desde los más simples como papel manteca y/o encerado hasta los más complejos como los que tiene composición multicapa. En este contexto, debido a la falta de estudios en la vida en anaquel del chocolate es que se ha visto la oportunidad de determinar el mejor ambiente de almacenamiento (empaquete) que genere una menor humectación para cada tipo de chocolate oscuro.

La creación de ambientes de almacenamiento para la conservación de alimentos ha sido usada desde hace mucho tiempo como un método de aumento de la vida útil de los productos, ya que evita el deterioro por diversos factores, haciendo al producto más seguro. Los materiales para el empaqueo de alimentos deben ser fuertes, duraderos y capaces de permanecer herméticamente sellados durante el almacenamiento y comercialización.

El empaqueo tiene los siguientes propósitos: protege el contenido de la contaminación y deterioro, hace que sea más fácil de transportar y almacenar y proporciona medición uniforme de contenidos (Hine, 1995). Sin la creación de ambientes de almacenamiento sería imposible que la mayoría de productos comercializados fuesen distribuidos en un mercado cada vez más internacionalizado. El envase y el producto que contiene

constituyen una unidad de oferta sobre la que se basa la estrategia comercial de las empresas (Rodríguez, 2003).

La humectación en chocolates genera grandes problemas de calidad del mismo, que pueden ocurrir por varios factores, como es la eflorescencia del azúcar y de la grasa, siendo el primero la más característico. Se genera pérdida de brillo, migración de la grasa y azúcar en la superficie, cambio en la textura, entre otros (Lonchamp & Hartel, 2006). Cabe resaltar que este es un problema de calidad más no nutricional, que tiene un impacto en la aceptabilidad en el consumidor.

En el proceso de almacenamiento de los chocolates empacados, se registró la ganancia de humedad de los dos tipos de chocolates oscuros con 45 y 52 por ciento de cacao en los diferentes tipos de empaques; papel manteca (PM), papel aluminio (PA), polipropileno (PP), y laminado (LM).

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar la cinética de humectación en el almacenamiento de chocolates oscuros empacados.

Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar los dos tipos de chocolates oscuros empacados por análisis proximal y los empaques por espesor y gramaje.
- Determinar la ganancia de humedad de dos chocolates oscuros en diferentes ambientes de almacenamiento (papel manteca, papel aluminio, polipropileno y laminado) y compararlos.
- Conocer la cinética de humectación de chocolates oscuros empacados.
- Caracterizar por evaluación sensorial los chocolates con la menor ganancia de humedad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CHOCOLATE

2.1.1. Definición

Dado que se encuentra en estado sólido a temperatura ambiente y se disuelve rápidamente en la boca, el chocolate es esencialmente un alimento único. Esto se debe a que la grasa incluida en la manteca de cacao, que es mayoritariamente sólida a temperaturas inferiores a 25 °C, permanece combinada con las formas sólidas de las partículas de azúcar y cacao. Sin embargo, a la temperatura corporal, la grasa es casi completamente líquida, lo que permite que las moléculas de grasa fluyan y transformen el chocolate en un líquido suave. Esto ocurre cuando el chocolate se calienta en la boca. El chocolate también puede tener un sabor dulce que atrae la atención de la gente (Beckett, 2008).

También es considerado como un sistema complejo de suspensión de partículas sólidas (cacao, azúcar, componentes lácteos y aditivos) en una fase grasa continua que consiste en manteca de cacao, grasa de leche y emulsionantes (Beckett, 2008).

Se consideran dos características fundamentales que lo diferencia de otros productos: su sabor y su textura. Aunque existen muchos sabores diferentes de chocolate, todos ellos deben estar libres de sabores desagradables que el consumidor asociará al producto. Una particularidad básica de la textura es que debe ser sólido a temperatura normal de una habitación, de 20 a 25 °C y, no obstante, fundir rápidamente en la boca a 37 °C produciendo un líquido que resulte suave a la lengua (Beckett, 1994).

2.1.2. Clasificación

Según INACAL (2017), un producto de chocolate debe contener al menos un 35 por ciento de extracto total de cacao, del cual al menos un 18 por ciento debe ser manteca de cacao y un 14 por ciento debe ser extracto de cacao con una pureza mínima del 14 por ciento. Además, también se puede denominar como "chocolate" (pasta de cacao) al alimento que tiene al menos un 35 por ciento de cacao en su composición, del cual al menos un 18 por ciento es manteca de cacao y al menos un 14 por ciento es cacao en polvo.

En la clasificación realizada por NTP 107.302 INACAL, 2017 define al chocolate amargo como:

Chocolate amargo: El chocolate para mesa amargo deberá contener, en relación con el extracto seco, no menos del 40 por ciento de extracto seco de cacao (incluido un mínimo del 22 por ciento de manteca de cacao y del 18 por ciento de extracto seco magro de cacao).

2.1.3. Porcentaje de cacao

El "porcentaje de cacao" que figura en la etiqueta se refiere a la proporción de los ingredientes totales del producto, medidos en peso, que proceden de los granos de cacao. Esto incluye el cacao en polvo, la manteca de cacao y el licor o la pasta de cacao. El término se encuentra con más frecuencia en chocolates oscuros o de mayor costo. Encontrar esta descripción es una guía para determinar la intensidad potencial del sabor. La proporción descrita suele apuntar a un sabor de chocolate más delicado cuando esta cifra es baja o a un sabor considerablemente más fuerte cuando esta proporción es más alta. Gracias a ello, los consumidores pueden tomar mejores decisiones a la hora de comprar (NCA, 2017).

2.1.4. Composición química

En la Tabla 1, se presenta la composición química del chocolate simple con azúcar (INS, 2009).

Tabla 1: Composición fisicoquímica del chocolate simple con azúcar, por 100 g

CHOCOLATE SIMPLE CON AZÚCAR	COMPOSICIÓN EN 100 g DE ALIMENTOS	
	Cantidad	Unidad
Energía	248	Kcal
Agua	3,1	G
Grasa	16,8	G
Carbohidratos	75,1	G
Proteína	3,8	G
Fibra	1,0	G
Ceniza	1,2	G

FUENTE: INS (2009)

2.2. LA MANTECA DE CACAO

La manteca de cacao está compuesta por 98 por ciento de triglicéridos, uno por ciento de ácidos grasos libres, 0,3-0,5 por ciento de diglicéridos y 0,1 por ciento de monoglicéridos. Además, su composición contiene un 0,2 por ciento de esteroides y 150 a 350 ppm de tocoferoles (Codini *et al.* 2004).

La cantidad de contenido de grasa sólida (SFC) es un parámetro que expresa la relación entre la grasa sólida y la líquida a distintas temperaturas. El SFC afecta a cualidades físicas como la consistencia y la estabilidad, así como a ciertas cualidades sensoriales importantes como el sabor, el aroma y la aceptabilidad general. La durabilidad de la manteca de cacao está definida por el rango de SFC de 20°C a 25°C. El rango de temperaturas en el que el SFC empieza a disminuir representa la tolerancia térmica, mientras que la rápida transición de 32

a 35 grados centígrados es lo que provoca el enfriamiento y la sensación de humedad al ingerirlo. La diferencia entre el SFC a 25 °C y el SFC a temperatura ambiente es un parámetro importante y ampliamente utilizado por la industria para evaluar la calidad de la manteca de cacao (Chire *et al.*, 2020).

Debido a su composición relativamente homogénea de triglicéridos, el grano de cacao presenta propiedades físico-químicas que afectan a la producción y estabilidad del chocolate, como la cristalización que está directamente relacionada con la evaporación de la grasa. Sin embargo, la alteración de este sistema podría dar lugar a cristales insolubles e inestables (Codini *et al.* 2004).

Depende mucho el origen de los triglicéridos de la manteca de cacao están caracterizados aproximadamente como: 42,2 por ciento 1(3) palmitol -3(1) estearol- 2- oleicoglicerol (POS), 24,2 por ciento 1(3) diestearol- 2- oleicoglicerol (SOS) y 21,8 por ciento 1,3 dipalmitol -2- oleicoglicerol (POP). Estos triglicéridos dan un punto de fusión característico de la manteca de cacao ligeramente por debajo a la temperatura corporal (Zarringhalami *et al.* 2010).

Según Codini *et al.* (2004) mediante el procedimiento experimental de calorimetría diferencial de barrido (DSC) se identificó seis formas existentes de cristalización (I, II, III, IV, V y VI). Chire & Hartel (2011) indican que los tipos de I al IV son formas inestables, siendo las deseables los tipos V y VI porque son más densas de modo que se generará que el chocolate se contraiga. Otros autores como Beckett (2009) utilizando la difracción de rayos X clasificaron el polimorfismo de la manteca de cacao en tres tipos de cristales (identificados como α , β' y β).

El chocolate debe someterse a un proceso de atenuación que tiene como objetivo generar cristales de tipo V para conseguir las características de calidad deseadas de color, brillo y durabilidad. Si no se realiza un atemperado adecuado o es insuficiente, se produce una eflorescencia grasa que aparece como un tapón blanco en la superficie del chocolate, lo que acorta su vida útil. En términos de cristalización, se refiere al cambio de la forma V a la forma IV (Codini *et al.* 2004).

Tabla 2: Cristalización polimorfa de la manteca de cacao y temperatura de fusión

FORMA	CALOR LATENTE (Kj/g)	TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)
I	-	17,3
II	86	23,3
III	113	25,5
IV	118	27,3
V	137	33,8
VI	148	36,3

FUENTE: Wille & Lutton (1966)

2.3. EL AZÚCAR

La forma más típica está representada por la sucrosa o sacarosa que se produce por la remolacha y caña del azúcar, dando lugar al material cristalino naturalmente incoloro. Se conoce como disacárido porque está formado por dos azúcares simples (monosacáridos) químicamente enlazados. Los dos azúcares que forman este compuesto, la fructosa y la glucosa, están presentes en cantidades iguales y pueden separarse posteriormente utilizando una enzima invertasa o un tratamiento ácido (Beckett, 2008).

El llamado azúcar amorfo cumple un rol muy importante en la elaboración de chocolate, causando el sabor y las propiedades de fluidez de este. Su superficie es reactiva y absorbe con facilidad algunos aromas cercanos. También está formado de sucrosa cristalina a temperaturas altas (Beckett, 2008).

Si no hay ningún otro material cerca, el azúcar puede fundir una nota metálica. Por otro lado, si se calienta junto con el cacao, algunos de los sabores volátiles del cacao son absorbidos

por el azúcar amorfo en lugar de disiparse en el aire como lo harían de otro modo. El resultado es un aroma más fuerte (Beckett, 2008).

La facilidad con la que sus OH pueden establecer puentes hidrógeno-agua está directamente relacionada con los azúcares, que difieren significativamente entre las distintas especies mono y disacáridos. Algunos de estos hidratos de carbono son higroscópicos, o se hidratan con la humedad del aire, lo que causa problemas a los derivados de la confitería ya que se vuelven pesados. Como este fenómeno es indeseable en productos de baja humedad como el chocolate, el azúcar granulado, etc., debe tenerse en cuenta a la hora de elegir un azúcar para un uso determinado. Cuando los azúcares son higroscópicos, deben almacenarse en recipientes cerrados con tapas herméticas para evitar la exposición al aire caliente (Badui, 2006).

2.4. FACTORES QUE AFECTAN EL DETERIORO DEL CHOCOLATE OSCURO

Man & Jones (2000) realizan una clasificación en cuanto a los factores causantes del deterioro del chocolate, que se dividen en dos clases principales: Factores inherentes al producto y factores ambientales.

2.4.1. Factores inherentes al producto

- Calidad de la materia prima: Selección y recepción adecuada del cacao proveniente de buenos cultivos (Man & Jones, 2000).
- Calidad del chocolate: Esta se puede ver afectada en el almacenamiento y distribución, cuando el proceso de templado no fue realizado correctamente, presentándose cristales de grasa sobre la superficie del producto causando una apariencia grisácea y mohosa conocida como “Eflorescencia grasa” (Man & Jones, 2000).

- Deterioro oxidativo: Debido al alto contenido de grasa en la manteca de cacao, ésta es muy propensa a la rancidez oxidativa la cual se da en concentraciones apreciables de chocolate (Man & Jones, 2000).
- La rancidez lipolítica y oxidativa son defectos que afectan al sabor, el primero es procedente de la hidrólisis enzimática de los triglicéridos de cadena corta y media y el segundo es procedente de la oxidación de grasas no saturadas. La manteca de cacao contiene tocoferoles (compuestos liposolubles de vitamina E), que actúan como antioxidantes y por lo tanto confieren una protección natural contra la oxidación durante el almacenamiento (Robertson, 2013).

2.4.2. Factores ambientales

- Temperatura: Especialmente alta y en condiciones fluctuantes, tiene un marcado efecto sobre la calidad y vida de anaquel del chocolate, con la tendencia a causar pérdidas del templado, eflorescencia grasa y enranciamiento acelerado. No obstante, bajas temperaturas preservarán el sabor y las cualidades de textura del chocolate (Man & Jones, 2000).
- Humedad relativa: El almacenamiento en condiciones de humedad relativamente alta puede causar la “Eflorescencia del azúcar”, similar en apariencia al “Eflorescencia grasa” pero mucho más áspero, el cual se presenta debido a que el azúcar soluble del chocolate se deposita en forma de grandes gránulos sobre éste, una vez el empaque absorbe esta humedad (Man & Jones, 2000).
- Luz: La luz inducida lleva a la rancidez; sin embargo, un buen empaque podría proteger el producto para alargar su tiempo de vida (Man & Jones, 2000).
- Olores: Por contener alto contenido de grasas, el chocolate es muy probable que absorba los olores extraños de la atmósfera circundante a menos que estén convenientemente protegidos por materiales de embalaje adecuados (Robertson, 2013).

2.5. PRINCIPALES TIPOS DE DETERIOROS EN EL CHOCOLATE

2.5.1. Eflorescencia grasa

El *fat bloom*, también conocido como eflorescencia grasa, aparece como una capa blanca en la superficie de los productos con base grasa, como el chocolate, tanto si contiene leche como si no. Cuando se trata de chocolate, la diferencia entre el chocolate con y sin leche es más evidente en este último. Al tocar la superficie con la punta de los dedos, se percibe una textura arenosa que se elimina inmediatamente. Se pueden ver pequeños cristales de grasa bajo la lente del microscopio. La capa blanca superficial es perjudicial para el aspecto del chocolate y puede ser un defecto que cause futuras y considerables pérdidas a los fabricantes de chocolate (Beckett, 2008).

Se dice que la eflorescencia grasa se origina por un mal tratamiento térmico al chocolate, métodos incorrectos de enfriamiento, presencia de grasa suave en los centros de unidades cubiertas con chocolates, condiciones de almacenamiento de templado e integración al chocolate de grasas no compatibles con la manteca de cacao (OEPM, 2001).

Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que el chocolate suele contener descripciones de cómo los cristales de grasa del chocolate se separan tras la licuefacción parcial como resultado de las fluctuaciones de temperatura; en ocasiones, la grasa migra a la superficie tras la recristalización. Aunque normalmente no hay una disminución real de la calidad o una reducción del sabor en el chocolate que se ha "florecido", los productos de chocolate sufren pérdidas cuando esto ocurre, ya que es un defecto de calidad, que hace que los consumidores estén menos interesados en un chocolate con estas características (Daza, 2018).

Según Lonchamp & Hartel (2006), define que un "buen temperado" de chocolate debe incluir un gran número de pequeños cristales, cada uno de los cuales debe tener la cristalinidad adecuada (forma V). En esta situación, el chocolate formará rápidamente un gran cristal y, como producto final, tendrá un gran brillo y una buena resistencia a la evaporación y a la migración de la grasa a la superficie.

2.5.2. Eflorescencia del azúcar

Otro defecto que afecta al aspecto del chocolate es el *sugar bloom*, también conocido como eflorescencia de azúcar. Aunque las pruebas de superficie han demostrado que se parece al *fat bloom* o eflorescencia de grasa, la eflorescencia de azúcar es en realidad una capa de cristales de azúcar en la superficie. Se produce al exponer la superficie del chocolate a un aire muy húmedo o al utilizar demasiado azúcar refinado, que contiene mucha humedad (Robertson, 2013).

Los altos niveles de humedad del aire en el entorno de almacenamiento del chocolate podrían condensarse en las superficies frías y luego gotear sobre el chocolate. El agua disolverá parte del azúcar del chocolate, al reprocessar este chocolate el agua se evaporará dejando en la superficie un polvo blanquecino. Este presenta un aspecto de *fat bloom*, sin embargo, es *sugar bloom* o eflorescencia del azúcar, por lo que hay que mantener la temperatura del entorno del túnel en la cristalización del chocolate por encima del punto de rocío (Beckett, 2008).

2.5.3. Interacción de otros componentes

El chocolate tiene múltiples presentaciones de venta donde el producto no solo contiene solo chocolate, sino también otros ingredientes tales como nueces, frutas y caramelo que influyen en la probabilidad de diferentes defectos que ocurren en el almacenamiento (Robertson, 2013).

2.5.4. Migración de la humedad

El contenido de humedad y la actividad de agua pueden influenciar en los parámetros cinéticos (E_a , K_o), la concentración de los reactantes y en algunos casos el orden de reacción aparente (Giraldo, 1999).

La sorción del agua dentro de la fase dispersa del chocolate tiene un impacto de significancia en su difusión. La velocidad con la que se alcanza el equilibrio de sorción determina el tipo de mecanismo de difusión que está involucrado en este proceso (Hondo, 2013).

Hondo (2013), menciona que existen varios factores que afectan la migración de la humedad en chocolates, tales como:

a. Contenido de grasa sólida y estructura cristalina

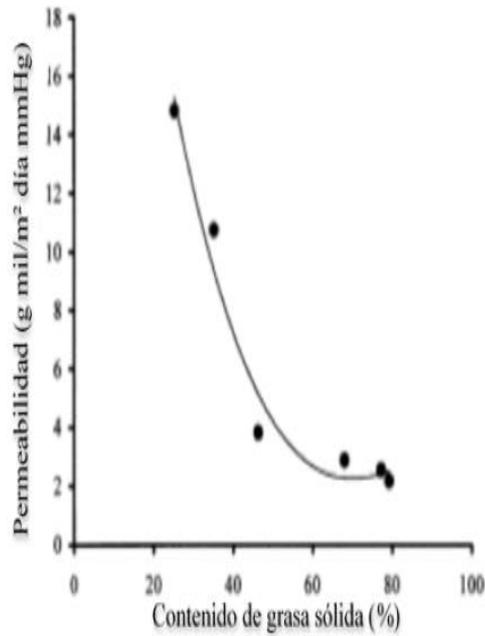
Se espera que las formas cristalinas, empacadas y cerradas tengan una tasa de permeabilidad más baja, es decir, la forma poliforma α tendrá una mayor permeabilidad que β , que a su vez tendrá una mayor permeabilidad que β' (Hondo, 2013). Sin embargo, en el estudio de Ksyloester & Fennema (1989) encontraron que la forma α tenía la permeabilidad a la humedad más baja de todas las formas poliformas. Esto puede atribuir a la mayor porosidad de los poliformos de mayor fusión (β y β'), promoviendo así la migración del agua a través del aumento capilar, (Figura 1a).

b. Temperatura

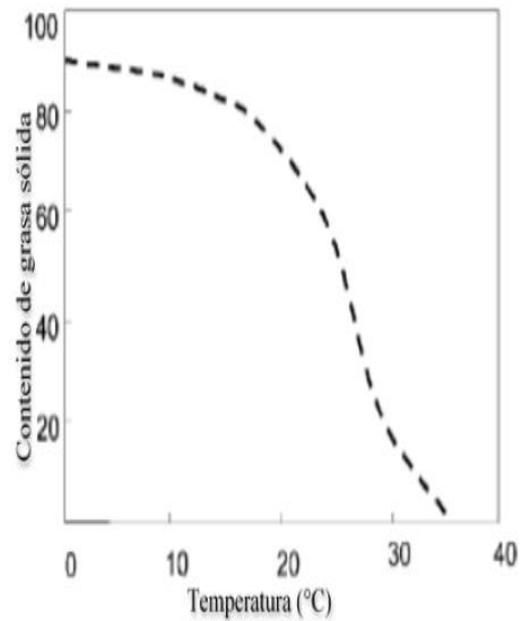
Hondo (2013) señala en que “debido a que la difusión es causada por el movimiento aleatorio de partículas, se espera que la velocidad de difusión sea dependiente de la temperatura con una relación equivalente a la ecuación de Arrhenius”. Asimismo, en la Figura 1b, en el rango de 20-26°C se presentan principalmente cambios estructurales, causados en su mayoría por la reducción del contenido de sólidos grasos.

2.6. EMPAQUES

La intención de compra del consumidor depende del acuerdo en el cual los consumidores esperan que el producto satisfaga sus expectativas sobre su uso. Se estima que el 73 por



(a)



(b)

Figura 1: (a) Permeabilidad al vapor de agua en función del contenido de grasa sólida. (b) Contenido de grasa sólida en función de la temperatura

FUENTE: Hondo (2013)

ciento aproximadamente, de las decisiones de compra, en la mayoría de casos, se toman en el punto de venta. Por lo tanto, el empaque se convierte en un factor crítico en el proceso de toma de decisiones del consumidor porque comunica a los consumidores en el momento de la compra. La forma en que el cliente percibe los productos, tal como se presentan, a través de llamativas presentaciones en la forma de comunicación en el empaque, influye en la elección, y esta es la clave del éxito de todas las estrategias de comercialización de productos alimenticios (Lika & De Toledo, 2015).

El envase está destinado a proteger el alimento, pero debe evitar la contaminación con los propios componentes del envase. Por ello, las directivas, leyes, normas y reglamentos pertinentes garantizan la protección de los consumidores frente a la contaminación con impurezas (Lika & De Toledo, 2015).

2.6.1. Papel manteca (PM)

El papel manteca (PM) absorbe el agua con facilidad y es un material delicado, no se aconseja utilizarlo para envolver alimentos frescos que tengan un alto contenido medio de humedad si se pretende almacenarlos durante un periodo de tiempo prolongado. En general, el papel ofrece muy poca protección contra la humedad y el aire, y no se puede sellar al calor a menos que esté fortificado o laminado con plástico. Comúnmente los papeles se tratan con cera mediante un baño con cera, un encerado al seco en el cual la cera caliente penetra el papel o añadiendo una cera durante la preparación de la pulpa (ITDG, 1998).

2.6.2. Papel aluminio (PA)

El espesor de la lámina de aluminio (PA) suele ser inferior a 0,1 mm, por lo que existen láminas con un espesor de 0,0063 mm. Sin embargo, las láminas más pesadas (al menos 0,017 mm) proporcionan una barrera absoluta a los gases y líquidos, lo que significa que, a medida que el espesor disminuye, la lámina es más susceptible de desgarrarse o producirse rupturas (Kerry, 2012). Por lo tanto, va a depender del espesor, las láminas de aluminio son usados para una amplia gama de empaque para alimentos, por ello papel de película de aluminio.

PAPEAL (2018) menciona que mientras que las láminas entre 0,010 y 0,012 mm son ideales para envolver dulces y chocolates, las láminas de 0,030 a 0,038 mm son comúnmente utilizadas en la industria láctea, por ejemplo, para empaquetar postres, pudín y yogurt.

Con respecto al espesor, PAPEAL (2018) declara que existe la tendencia a utilizar láminas de aluminio más delgadas, es más, en el campo del empaque del chocolate, el espesor del empaque mismo ha disminuido cerca del 30 por ciento durante los últimos veinte años. Por lo cual, actualmente, el espesor promedio de una lámina de aluminio para la envoltura de chocolate está entre 0,007 y 0,015 mm, menor que el diámetro de un cabello humano.

Los envases de aluminio son ligeros, flexibles y fáciles de reutilizar. Incluso, son higiénicos, no tóxicos y mantienen el sabor y el aroma. Mantienen el contenido fresco por mucho tiempo y ofrecen protección contra la luz, rayos UV, aceite y grasa, vapor de agua, oxígeno y microorganismos (PAPEAL, 2018).

Entre otras características del papel aluminio es que tiene una apariencia lisa, brillante y reflectante que le da un valor decorativo. Kerry (2012) menciona que, debido a las numerosas características beneficiosas del aluminio, como en la forma en que se puede convertir ya sea utilizado en laminados o para metalizar películas, el uso de aluminio está muy extendido en toda la industria del envasado, particularmente con respecto a los productos de consumo inmediato.

Sin embargo, la elección adecuada de una lámina de aluminio para envase contribuye a una protección óptima e incremento de la conservación del producto, sino entra en contacto con alimentos particularmente ácidos o alcalinos, ya que, bajo la influencia del ácido y la sal, la lámina perdería los iones de aluminio, lo que contaminaría el alimento empacado. Por lo tanto, las láminas de aluminio no son recomendadas para usar en empaques de alimentos como: compota de manzana, tomate, pepinillos en vinagre, frutas cítricas saladas entre otros (PAPEAL, 2018).

2.6.3. Polipropileno (PP)

El polipropileno (PP) es muy similar al polietileno de alta densidad (Park & Seo, 2011), pero es más rígido que el polietileno (PE) ya que ofrece mayor resistencia a la rotura. También es más translúcido y menos poroso que el politetrafluoroetileno. Además, el PP se utiliza para envasar aperitivos dentro del mismo recipiente que pueden calentarse o incluso descongelarse (MINCETUR, 2009).

La densidad del polipropileno (PP) puede alcanzar los 0,90 g/m³ y compite fuertemente con el polietileno (PE) en los usos especializados, ya que puede llegar a ser muy delgado e incluso ha sustituido al celofán, por ejemplo, en el envasado de cigarrillos. Sin embargo, el PP puede romperse a temperaturas muy bajas (MINCETUR, 2009).

Por lo general el PP, es principalmente usado como película, ya que ofrece una variedad de aplicaciones más o menos análogas a las del celofán, sobre todo debido a su excelente transparencia (MINCETUR, 2009).

2.6.4. Laminado (LM)

Los laminados o co-polímeros son combinaciones de diferentes clases de plásticos en capas, tiene una gran desventaja, en la mayoría de los casos no son bio-degradables (ITDG, 1998).

Las laminaciones de BOPP/LDPE, PET/LDPE, PET/BOPP metalizado, son utilizados como envases para golosinas, chocolates en barra, chocolates en tabletas, caramelos, gomas de mascar entre otros (Barberena, 2018).

2.7. TIEMPO DE VIDA

Rivera (2016), menciona que cuatro factores -formulación, procesamiento, envasado y condiciones de almacenamiento- son los que más influyen en la vida útil de un producto. La formulación implica la elección de la mejor materia prima e ingredientes, cuya función permite aumentar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto. Por otro lado, el procesado somete dichos complementos a condiciones que evitan las reacciones de deterioro y favorecen los cambios físico-químicos que dan al alimento su forma y características finales. Una vez que el alimento sale de la fase de proceso, sigue manteniendo sus características, y el tiempo que conserva estas cualidades depende del entorno del empaque.

Para la calidad del producto final, el chocolate debe almacenarse adecuadamente. Un almacenamiento inadecuado se debe, en parte, a las variaciones de temperatura del entorno. Esto provoca una reordenación de los triglicéridos que componen la mayor parte de la mezcla de chocolate, lo que puede provocar la aparición de grasa. En la reubicación se forman las características de sabor y textura, y esto es lo que hace que la calidad disminuya en la industria del chocolate (Nightingale *et al.*, 2011).

2.8. PERMEABILIDAD

Chica & Osorio (2003) indican lo siguiente acerca de la permeabilidad:

La permeabilidad es un fenómeno de transferencia de gas o vapor a través de una película. La definición de permeabilidad está normalmente asociado con la evaluación cuantitativa de las propiedades de barrera de un material. Un buen material de barrera presenta bajos valores de permeabilidad (Chica & Osorio, 2003).

La propiedad de barrera de un material es la resistencia física que este tiene el paso de una molécula o compuesto (oxígeno, CO₂, agua, olores, aromas y componentes de los alimentos) que es capaz de difundirse a través del polímero (Chica & Osorio, 2003).

La permeabilidad es fenómeno que tiene lugar cuando la pared del polímero separa dos fases, las cuales contienen especies de bajo peso molecular que tienen diferentes valores de actividad en cada una de las fases (Chica & Osorio, 2003).

2.8.1. Factores de dependencia de la permeabilidad

- a. **Naturaleza del polímero:** Estructura química, grado de cristalinidad, grado de entrecruzamiento, porcentaje de aditivos, cargas.
- b. **Tipo de permeante:** Naturaleza química, tamaño molecular y volatilidad.
- c. **Temperatura:** La permeabilidad aumenta con la temperatura.

2.8.2. Mecanismos de permeación

Chica & Osorio (2003) mencionan que la permeación involucra tres etapas:

- La molécula se adsorbe en la superficie del polímero a una presión parcial P_1 . para presiones por debajo de una atmósfera, el valor de la concentración del permeante en la interfase del polímero sigue la ley de Henry.
- La difusión de la molécula a través del material del lado de mayor concentración al lado de menor concentración que sigue la ley de Fick.
- Desorción del gas a una superficie opuesta a una P_2 .

2.8.3. Efecto de la temperatura

Cuando cambia la temperatura, cambia la permeabilidad de la película empaquetada. Los tres factores que interactúan para determinar cómo reacciona un empaque a los cambios de temperatura son el cambio en la respiración del producto, el cambio en la permeabilidad de las películas y la tolerancia del producto a altas concentraciones de CO_2 y a bajas concentraciones de O_2 (Chica & Osorio, 2003). En la Tabla 3 se presentan los valores de permeabilidad del oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua (H_2O) a diferentes temperaturas para diferentes empaques.

2.9. CINÉTICA DE HUMECTACIÓN

La cinética humectación o de la difusión de la humedad dependen en gran medida del logro del equilibrio termodinámico, porque la pérdida o ganancia de humedad en una región, o del componente alimentario, a otra región o componente, ocurrirá continuamente para alcanzar el equilibrio termodinámico con los componentes alimentarios circundantes y el medio ambiente que lo rodea. La humedad se intercambia debido a la diferencia química del potencial entre los componentes hasta que el sistema alcanza finalmente la actividad de agua en equilibrio (a_w) en cada dominio. La difusión y migración de humedad en la cinética juega un papel importante en este tipo de sistemas dinámicos. Del mismo modo, en el caso, ayuda a la predicción de la vida útil de un producto alimenticio, que está determinada por numerosas interacciones complejas entre parámetros relacionados con el producto en sí y/o

Tabla 3: Permeabilidad de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua para diferentes empaques

EMPAQUES	PERMEABILIDAD (a)		
	Oxígeno (O ₂) 25-30°C (a)	Dióxido de carbono (CO ₂) 25°C (a)	Vapor de agua (H ₂ O) 37°C (a)
	Rango		
Papel manteca (PM)	101 – 15000	0,2 – 16,0	0,2 – 15,0
Papel aluminio (PA)	0	0	< 0,1
Polipropileno (PP)	150	0,2 – 0,5	0,2 – 0,4
Laminado (LA)	10 – 400	< 0,2	< 0,1

(a) Permeabilidad = cm³ mm cm⁻² día⁻¹ atm⁻¹

FUENTE: Hayes (1987)

asociados con el ambiente externo. Estas modificaciones pueden ser químicas, físicas, enzimáticas o microbiológicas y se deben principalmente a intercambios de masa entre alimentos y sus entornos. El producto terminado debe protegerse con un embalaje eficaz material como latas de metal, frascos de vidrio o plásticos (Labuza, 2020).

2.10. PROPIEDADES SENSORIALES

En la ciencia multidisciplinaria del análisis sensorial donde participan panelistas (personas) que evalúan las características sensoriales y la aceptabilidad de diversos bienes y materiales utilizando sus sentidos, como la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. Teniendo en cuenta que aún no se ha desarrollado una herramienta mejor que sustituya la capacidad de respuesta de una persona, la evaluación sensorial es una consideración importante en cualquier estudio, incluidos los alimentos (Elías, Jeffery, Watts & Ylimaki, 1992, citado por Chire, 2019).

El examen del sabor puede ser la primera opción considerada en las pruebas sensoriales para la evaluación de los productos de chocolate. El gusto, el olfato y el sistema somatosensorial son tres entradas anatómicas distintas que interactúan para crear la impresión de sabor. Las definiciones tradicionales de sabor incluyen la dulzura, la acidez, la salinidad y la amargura

que se producen por la estimulación de receptores específicos de la lengua. La astringencia es el término más común para la sensación oral de interés asociada al chocolate. Sin embargo, al evaluar el chocolate, el atractivo visual de un producto e incluso los ruidos (a menudo representados como un componente de la textura) pueden servir como indicadores útiles para diferenciar entre varias ofertas (Harwood & Hayes, 2017, citado por Chire, 2019).

En la actualidad, existen varios tipos de pruebas que pueden utilizarse para evaluar la calidad sensorial de los productos de chocolate. El interés dependerá de lo bien diseñada que esté cada prueba. En la mayoría de los casos, se utilizan múltiples pruebas para abordar la misma pregunta de investigación (Harwood & Hayes 2017, citado por Chire, 2019).

Según Ureña *et al.* (1999), señalan que la estabilidad de un producto desde el inicio de la producción hasta que llega al consumidor es crucial para satisfacer las expectativas de éste, ya que los cambios que se produzcan en el producto durante este periodo de tiempo determinarán su mayor o menor aceptación y preferencia. Para conocer esta evolución se realizan las denominadas "pruebas de vida útil"; en general, en lo que respecta a las evaluaciones sensoriales realizadas durante estas pruebas, éstas se llevan a cabo aplicando análisis descriptivos basados en la comparación con un producto estándar, cuyos resultados suelen correlacionarse con los valores obtenidos por métodos físicos o químicos.

También Ureña *et al.* (1999), citado por Chire (2019), indican que la evaluación sensorial tiene diversas aplicaciones, como el desarrollo de productos, la comparación de productos, la mejora de productos, la evaluación del proceso de producción, la reducción de costes y la elección de una nueva fuente de financiación. Otras aplicaciones son el control de calidad, el estudio de la estabilidad de los alimentos durante el almacenamiento, la clasificación de productos, la determinación de la aceptación de un producto por parte del consumidor y la determinación de preferencias y gustos.

Las pruebas afectivas se desarrollan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de ocasiones se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos. Las

pruebas afectivas se desarrollan en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevar a cabo en supermercados, escuelas, plazas, universidades, etc. Los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos (Espinoza, 2007, citado por Chire, 2019).

Por otro lado, las pruebas de aceptación miden la aceptación del consumidor o gusto por un producto. La aceptación del consumidor de un alimento puede estar definido como: (1) una experiencia, o la característica de la experiencia, característica por una actitud positiva hacia un alimento y/o (2) utilización actual de alimentos por los consumidores. Las medidas de aceptación pueden ser realizadas en cualquier número de productos y no requieren comparación con otros productos (Resurrección, 2007, citado por Chire, 2019).

Sobre las escalas de aceptación, la escala hedónica de nueve puntos es la más usada para aceptación y ha sido validada en la literatura científica con Stone y Sidel en el año 1993. La prueba de calificación de medida hedónica tiene más de 50 años de antigüedad, es ampliamente usada para medir la aceptación de alimentos. Donde la escala de evaluación es muy simple y usada por muchos años para medir la aceptación de un alimento y proporcionar un número de referencia con el que comparar productos. La tarea de los consumidores es simple, consta de: grabar el grado de agrado, usando la escala, donde hay cuatro categorías supuestamente equidistantes para el gusto, un punto neutral y el correspondiente a cuatro categorías supuestamente equidistante para el disgusto. Las modificaciones a la escala de nueve puntos continúan siendo sugeridas y eliminar opciones tales como: “me gusta moderadamente” o “me disgusta moderadamente” o descartar los puntos finales eliminando “me gusta extremadamente” o “me disgusta extremadamente” (Resurrección, 2007, citado por Chire, 2019).

2.11. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETO AL AZAR (DBCA)

La bloquización es un medio para disminuir y controlar la varianza del error experimental con el fin de lograr una mayor precisión. Usar bloques estratifica las unidades experimentales en grupos homogéneos, o unidades similares. Una buena elección de los

criterios de bloquización reduce la variación entre las unidades dentro de los bloques en comparación de las unidades de diferentes bloques. Las categorías generales de buenos criterios son: proximidad, características físicas, tiempo, administración de tareas en el experimento (Kuehl, 2000).

2.12. T STUDENT

La prueba t student está considerada como una prueba paramétrica y se utiliza según el contraste planteado (Tabla 4) (Ferrán-Aranaz, 2002).

Tabla 4: Resumen de pruebas paramétricas

Tipo de contraste	Pruebas
Una muestra	Prueba t
Dos muestras independientes	Prueba t para datos independientes
Dos muestras relacionadas	Prueba t para datos relacionados
Más de dos muestras independientes	ANOVA

FUENTE: Ferrán-Aranaz (2002)

- a. **Prueba T para una muestra:** Contrasta si la media de una población difiere significativamente de un valor dado conocido o hipotetizado. La prueba calcula estadísticos descriptivos para las variables de contraste junto con la prueba t. Por defecto, el SPSS incluye el intervalo de confianza del 95 por ciento para la diferencia entre la media de la variable de contraste y el valor hipotetizado de la prueba (Ferrán-Aranaz, 2002).
- b. **Prueba T para dos muestras independientes:** Esta opción debe utilizarse cuando la comparación se realice entre las medias de dos poblaciones independientes (los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos de la otra) como, por ejemplo, en el caso de la comparación de las poblaciones de hombres y mujeres. Por lo tanto, compara las medias de una variable para dos grupos de casos (Ferrán-Aranaz, 2002).

- c. La prueba calcula estadísticos descriptivos para cada grupo además de la prueba de *Levene* para la igualdad de varianzas, así como los valores de *t* para varianzas iguales y desiguales y el intervalo de confianza del 95 por ciento para la diferencia de medias (Ferrán-Aranaz, 2002).

- d. **Prueba T para dos muestras relacionadas:** Existe una segunda alternativa para contrastar dos medias. Esta se refiere al supuesto caso en el que las dos poblaciones no sean independientes, es decir, el caso en el que se trate de poblaciones relacionadas (Ferrán-Aranaz, 2002).

- e. Esta situación se encuentra, por ejemplo, en los diseños apareados, diseños en los que los mismos individuos son observados antes y después de una determinada intervención, o en los diseños en los que las muestras son emparejadas de acuerdo a una serie de variables para controlar su efecto (como, por ejemplo, en los diseños de casos y controles) (Ferrán-Aranaz, 2002).

- f. Para la realización de este análisis, las dos muestras deben estar en dos variables distintas de la matriz de datos y debe formarse la pareja de muestras antes de poder añadir la comparación a la lista de variables relacionadas. Por lo tanto, compara las medias de dos variables en un solo grupo. El resultado incluye estadísticos descriptivos de las variables que se van a contrastar, la correlación entre ellas, estadísticos descriptivos de las diferencias emparejadas, la prueba *t* y el intervalo de confianza del 95 por ciento (Ferrán-Aranaz, 2002).

2.13. PRUEBA ANOVA

Según Ferrán-Aranaz (2002), la prueba ANOVA es el acrónimo de análisis de la varianza. Es una prueba estadística diseñada para comparar las medianas de más de dos poblaciones simultáneamente. Al supuesto de normalidad debe añadirse la homogeneidad de las variaciones entre las poblaciones. Este prerequisite de aplicación se confirmará estadísticamente mediante una de las opciones disponibles en la configuración del ANOVA.

Se deberá introducir la variable que se desea analizar (variable dependiente) así como la variable que define los grupos objeto de comparación (factor). Si del ANOVA resultase el rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias, se debe proseguir el análisis con la realización de los contrastes posteriormente (Ferrán-Aranaz, 2002).

III. METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de: Envase & embalaje, Análisis Físicoquímico de Alimentos y Evaluación Sensorial de la Facultad de Industrias Alimentarias, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2. MATERIA PRIMA Y MATERIALES DE EMPAQUE

- Chocolate A = 45 por ciento de cacao.
- Chocolate B = 52 por ciento de cacao.
- Papel manteca (PM). - Papel encerado con espesor de lámina de 0,049 mm.
- Papel aluminio (PA). - Monocapa de aluminio color guinda con espesor de lámina de 0,048 mm.
- Polipropileno (PP). - Poliofelina termoplástica parcialmente cristalina con acabado superficial brillante de espesor de 0,022 mm.
- Laminado (LM). - material bilaminado de superficie de color plateado con composición de polipropileno y aluminio, con espesor de lámina de 0,064 mm.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Equipos

- Balanza analítica AND (0,0001 g – 250 g), A&D Company Limited, Japón.

- Selladora eléctrica manual, Machintek, Estados Unidos.

- Estufa Autonics, Corea.

- Unidad de digestión, Electrothermal, Gran Bretaña.

- Unidad de destilación Kjeldahl, sin marca.

- Calcinadora, sin marca.

- Aparato de extracción Soxhlet, sin marca.

- Crisoles, Haldenwanger, Alemania.

- Mufla, sin marca.

- Micrómetro marca Mitutoyo, Japón.

- Aire acondicionado (20 ± 1 °C) Carrier, Estados Unidos.

- Desecador de vidrio (*), Normax, Francia.

- Termohigrómetro (registro de T° y HR del ambiente), Kossodo, Perú.

(*) En este equipo se realizó el almacenamiento de los diferentes chocolates oscuros empacados por noventa días.

3.3.2. Reactivos

- Solución saturada de cromato de potasio (90% HR aproximadamente).
- Silicagel.
- Reactivos para el método Kjeldahl (ácido sulfúrico, catalizador $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: K_2SO_4 : 1:300, solución de hidróxido de sodio, solución indicadora rojo de metilo/verde de bromocresol, solución de ácido bórico 4% con indicador y solución estándar de ácido clorhídrico 0,05N.
- Éter de petróleo.

3.3.3. Utensilios

- Placas de metal con tapas
- Espátulas
- Cucharas
- Cuchillo
- Caja isotérmica

- Rallador

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

a. Análisis proximal

Se determinó el análisis proximal de cada tipo de chocolate oscuro:

- Humedad: Se aplicó el método de estufa a 103 ± 3 °C durante 24 horas, según AOAC (2016) 931.04.
- Proteína cruda: Se aplicó el método de Kjeldhal, según metodología AOAC (2016) 970.22.
- Grasa cruda: Se determinó por método gravimétrico aplicando extracción Soxhlet® sobre muestra completa con éter de petróleo, según AOAC (2016) 963.15.
- Ceniza: Se determinó por método gravimétrico sometiendo la muestra a calcinación a 550 °C durante 6 horas, según AOAC (2016) 972.15.
- Carbohidratos totales: La determinó la cantidad de carbohidratos totales según la metodología utilizada por Álvarez *et al.* (2007) por diferencia del total de los otros componentes del proximal e informado los resultados en porcentaje como se indica en la siguiente ecuación:

$$\text{Carbohidratos totales (\%)} = 100 - [(\text{Proteína (\%)} + \text{Grasa total (\%)} + \text{Cenizas (\%)})]$$

b. Espesor y gramaje de los empaques

El espesor, se calculó siguiendo los siguientes pasos:

1. Se tomó diez muestras de empaques y se colocó una encima de otra.
2. Se midió el espesor de las diez muestras de empaque con el micrómetro.
3. Se anotó para cada material de empaque los resultados dividiendo estos entre el número de muestras que se emplearon (diez).
4. Se calculó el espesor en milímetros (mm).

El gramaje se calculó siguiendo los siguientes pasos:

1. Se cortó las diferentes muestras de empaques con bastante precisión, los cortes fueron de 10 cm x 10 cm (diez repeticiones por empaque).
2. Se pesó el área de los empaques de las diferentes piezas en una balanza analítica.
3. Se calculó el gramaje (G) según la siguiente formula:

$$G = \text{PESO} / \text{ÁREA (g/m}^2\text{)}$$

3.5. ACEPTABILIDAD GENERAL DE LOS CHOCOLATES CON MENOR GANANCIA DE HUMEDAD

Se realizó una prueba sensorial para determinar la aceptabilidad general de los dos tipos de chocolate oscuro contenidos en el empaque que menor humedad captó del ambiente. Se utilizó una escala hedónica lineal no estructurada de 10 cm con tres niveles: no me gusta, ni me gusta ni me disgusta y me gusta (Figura 2). Se consideró que la aceptabilidad general es a partir de los seis puntos o 6 cm; con participación de 45 jueces no entrenados (consumidores habituales de chocolate) fueron estudiantes, profesores universitarios y compradores habituales del Perú, a quienes se les dio cinco gramos de muestra de cada

chocolate, haciéndose la cata en un ambiente con luz solar y con 20 ± 1 °C. La prueba fue realizada en quince días no consecutivos dentro de un mes. Los resultados se reportaron como porcentaje de aceptabilidad del chocolate. Se registró los datos del consumidor (sexo y edad) y se calculó la moda, la mediana y el promedio de los datos recolectados por grupos de consumidores.

3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El proceso experimental se muestra en la Figura 3.

a. Materia prima

Chocolates oscuros con 45 y 52 por ciento de contenido de cacao fueron adquiridos de un proveedor local, en forma de pastillas y tabletas de chocolate, dependiendo su lugar de fabricación.

b. Acondicionamiento de las muestras, análisis y empaquetado

Al chocolate 45 por ciento de cacao (peso de $5,0 \pm 0,5$ g) y 52 por ciento de cacao (peso de $11,0 \pm 0,5$ g) con su respectivo empaque fueron analizados por composición proximal. Seguidamente se confeccionaron los empaques en estudio con dimensiones 7 x 7 cm ($4,9 \times 10^{-3}$ m² de superficie) y 10 x 10 cm (0,01 m²), respectivamente; para los materiales: papel manteca (PM), papel aluminio (PA), polipropileno (PP) y laminado (LM), se colocaron los respectivos chocolates en cada uno de los materiales de empaque y se procedió al sellado. El papel aluminio (PA) de 45% de cacao fue usado tal cual fue comprado (propio empaque) y el chocolate de 52% fue de empaquetado de manera manual, respetando las medidas mencionadas. Convirtiéndose en los cuatro tratamientos del diseño experimental aplicado por triplicado.

Por favor, marca lo que corresponda: Hombre () Mujer () Edad: años

TEST DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Gracias por tu participación. Vas a recibir una muestra. Por favor, pruébala siguiendo las instrucciones. Tu opinión es muy importante y recuerda, aquí no hay ni buenas ni malas respuestas, sino tu valiosa participación.

INSTRUCCIONES: Enjuágate la boca con agua y luego degusta el chocolate. Marca con una "X" sobre la línea según tu opinión. Ejemplo: ...X....

MUESTRA:



MUESTRA:



Figura 2: Tarjeta de evaluación sensorial

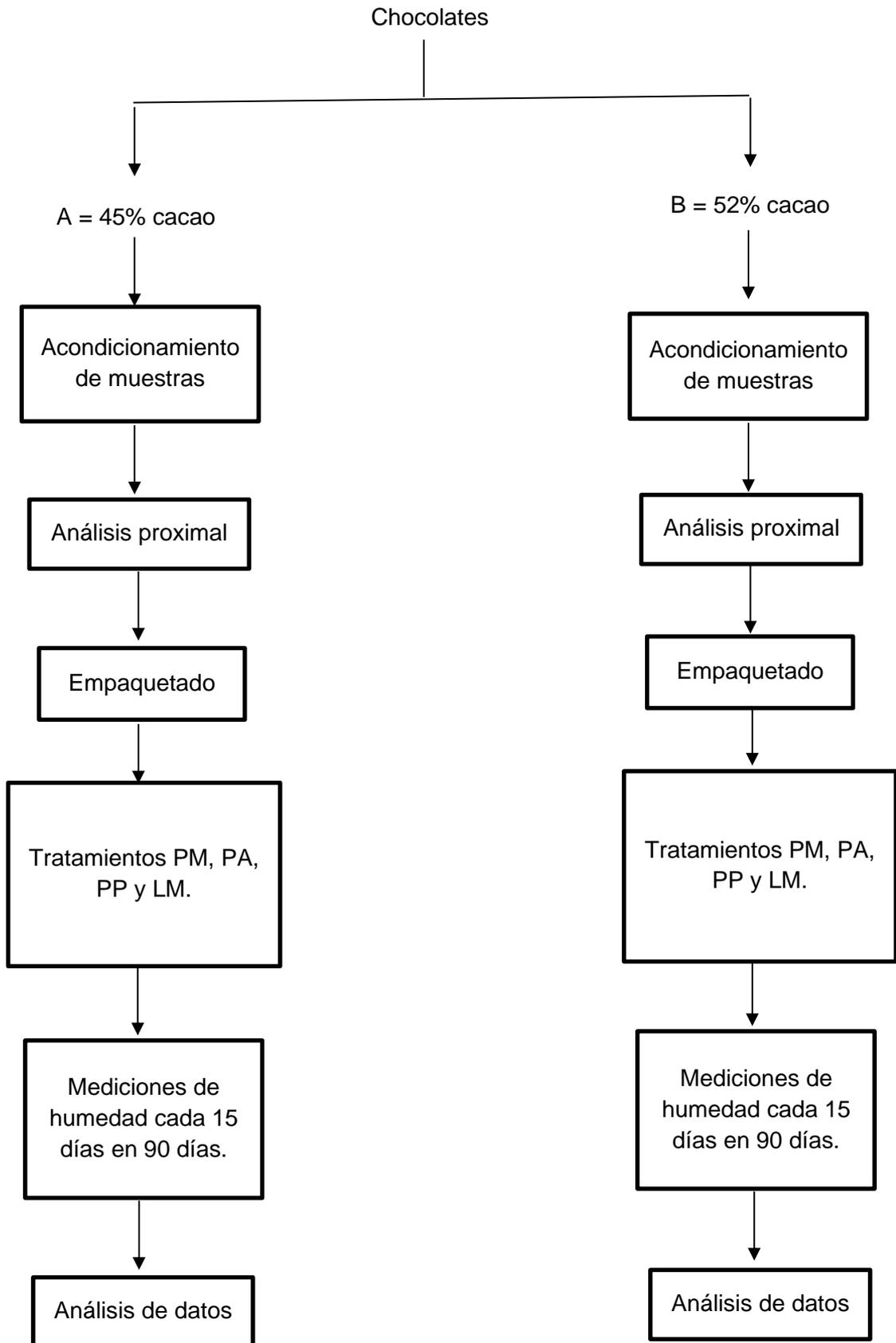


Figura 3: Diagrama del proceso experimental

c. Almacenamiento

Los chocolates en diferentes empaques (tratamientos) fueron colocados en una campana que tuvo una solución saturada de cromato de potasio (90 por ciento aproximadamente) a una temperatura de 20 °C, registrando la humedad cada 14 días, durante 90 días.

d. Determinación de la cinética de ganancia de humedad

La ganancia de humedad se obtuvo con la metodología AOAC 931.04 (2016), se registró hasta los 90 días de almacenamiento. Mediante regresión de valores de humedad se obtuvieron las ecuaciones de cinética de ganancia de humedad de los dos tipos de chocolate oscuro (45 y 52 por ciento de cacao) envasados en los diferentes empaques (PM, PA, PP, LM).

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

- Caracterización por análisis proximal. - Se aplicó la prueba T de Student para la comparación de medias ($p \leq 0,05$) entre las medias poblacionales de los datos de humedad, proteína cruda, grasa cruda, ceniza y carbohidratos totales correspondientes a los chocolates oscuros de 45 y 52 por ciento de cacao; datos que fueron expresados como promedio con su desviación estándar. Así mismo para materiales para los materiales de empaque de empaque; en espesor y gramaje.
- Determinación de la ganancia de humedad los dos chocolates oscuros (45 y 52 por ciento de cacao) en diferentes empaques (papel manteca, papel aluminio, polipropileno y laminado). - Se utilizó el análisis de varianza (ANVA) usando un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) para determinar si hay diferencias significativas en la ganancia de humedad con los empaques de las muestras de cada tratamiento (Tabla 5). Se replicó tres veces cada uno de los tratamientos ($p \leq 0,05$).

- Determinación de la cinética de humectación de chocolates oscuros con 45 y 52 por ciento de cacao, contenidos en diferentes empaques. - El modelo matemático obtenido por regresión ($p \leq 0,05$) que mejor se ajusta a la distribución de los valores experimentales de humectación en función al tiempo fue obtenido para cada uno de los chocolates.
- Determinación de la aceptabilidad sensorial de los chocolates (45 y 52 por ciento de cacao) con la menor ganancia de humedad. - Se reportó la aceptabilidad sensorial como promedio, mediana y moda de valores.

Tabla 5: Diseño experimental

TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES DE CACAO		CARACTERÍSTICAS
EMPAQUES	45%	52%	
Papel manteca (PM)	PM A	PM B	T° = 20 °C
Papel aluminio (PA)	PA A	PA B	HR = 90%
Polipropileno (PP)	PP A	PP B	Tiempo = 90 Días
Laminado (LM)	LM A	LM B	

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN POR ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS CHOCOLATES OSCUROS Y LOS EMPAQUES POR ESPESOR Y GRAMAJE

En la Tabla 6 (Anexo 1 y 2) se muestran los valores obtenidos en el análisis proximal para los dos tipos chocolates A (45 por ciento de cacao) y B (52 por ciento de cacao), que fueron escogidos por su mayor consumo en la ciudad de Lima (Perú).

Tabla 6: Análisis proximal de los chocolates A y B (45 y 52 por ciento de cacao), en g /100 g de alimento

COMPOSICIÓN	CHOCOLATE A (45% de sólidos de cacao)	CHOCOLATE B (52% de sólidos de cacao)
Proteína cruda	5,74 ± 0,04 ^a	5,65 ± 0,05 ^a
Humedad	0,55 ± 0,10 ^b	1,10 ± 0,03 ^a
Grasa cruda	32,00 ± 1,14 ^a	32,00 ± 1,55 ^a
Ceniza	1,42 ± 0,10 ^b	1,62 ± 0,03 ^a
Carbohidratos totales	60,30 ± 1,04 ^a	59,64 ± 1,51 ^a

Los resultados se declaran como promedio ± desviación estándar de tres repeticiones. Las diferentes letras en la misma fila muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) de menor a mayor en orden alfabético

De acuerdo con los valores presentados en la tabla 6, se observa que: la proteína cruda, grasa cruda y los carbohidratos totales son iguales a un nivel de significancia de 0,05. Con respecto al contenido de grasa, las empresas chocolateras de gran escala estandarizan los contenidos grasos en sus formulaciones de chocolates por costos de formulación. El chocolate B fue adquirido de este tipo de empresas y el chocolate A fue adquirido de una empresa

chocolatera mediana. Los valores de contenido graso encontrados se encuentran dentro de lo establecido por INDECOPI (2012) para chocolates y confiterías, que señala: “el chocolate debe contener no menos de 35 por ciento de sólidos de cacao, por lo tanto, la manteca no debe ser menor al 18 por ciento”.

Las diferencias en los componentes se encuentran en el contenido de humedad y ceniza. El contenido de humedad del chocolate B es el doble con respecto al chocolate A.

Chire *et al.* (2017) reportó un valor promedio de humedad de $1,17 \pm 0,47$ % para chocolates nacionales, valores dentro del rango reportado por Kirk (2008) entre 0,8 a 2,3 por ciento.

En la Tabla 7 (Anexo 3), se muestra el espesor (mm) y el gramaje (g/m^2) de los materiales, papel manteca (PM), papel aluminio (PA), polipropileno (PP) y laminado (LM), respectivamente, como promedio de 10 repeticiones por material de empaque. Imágenes de estos materiales se muestran en el Anexo 13. Los empaques utilizados en la investigación fueron de las empresas de chocolate de pequeña, mediana y grande industria.

Tabla 7: Valores promedio de espesor (mm) y gramaje (g/m^2) de los diferentes materiales de empaque

MATERIAL	ESPESOR (mm)	GRAMAJE (g/m^2)
PM	$0,049 \pm 0,002$	$3,580 \pm 0,05$
PA	$0,048 \pm 0,010$	$1,581 \pm 0,01$
PP	$0,022 \pm 0,002$	$1,946 \pm 0,12$
LM	$0,064 \pm 0,002$	$6,591 \pm 0,96$

Como se puede observar el polipropileno (PP) es el material de menor espesor (0,022 mm), seguido del papel aluminio (PA), papel manteca (PM) y por último el laminado (LM). Los empaques de menor a mayor gramaje fueron papel aluminio (PA), polipropileno (PP), papel manteca (PM) y laminado (LM). Como lo menciona ARMACELL (2007), los factores que rigen y definen la permeabilidad de un material son la superficie, el espesor, así como el tiempo de exposición.

Mc Hugh *et al.* (1993) señalan que a medida que aumenta el espesor de la película, la resistencia a la transferencia de masa aumenta a través de ella, en consecuencia, la presión parcial de vapor de agua de equilibrio en la superficie inferior de la película se incrementa. Otros autores atribuyen el efecto del espesor a cambios en la estructura de la película ocasionados por el hinchamiento que provoca el agua en el polímero (Bertuzzi *et al.*, 2002).

El laminado (LM), tuvo un mayor espesor (0,064 mm), siendo el empaque con menor humectación en el producto, esto puede deberse a que las propiedades del laminado dependerán de las propiedades de los materiales que lo componen, su cantidad e incluso de la técnica de adhesión de los materiales (mediante uso de adhesivos, sellado por calor, sellado ultrasónico, etc.). También, resalta la diferencia de humedades que puede deberse a que los empaques flexibles laminados, al tener propiedades de muchos materiales en un mismo empaque, ofrecen una combinación de mejores propiedades y de barrera al vapor de agua que los empaques compuestos por una sola materia prima (Quintana *et al.*, 2007).

Beckett (2017), reportó el espesor del papel aluminio (PA) de 0,005 a 0,02 (mm) pero generalmente varía dentro de 0,0065 a 0,017 (mm) para fines de confitería, encontrándose los valores reportados en el presente trabajo fuera del rango ($0,049 \pm 0,002$ mm) reportado por dicho autor.

4.2. CINÉTICA DE GANANCIA DE HUMEDAD DE DOS CHOCOLATES OSCUROS EN DIFERENTES EMPAQUES

Chu *et al.* (2013) indican que, en un sistema de empaques, la humedad cambia en los alimentos multicomponentes por dos medios: uno es la transferencia de agua entre componentes internos, y la otra es la transferencia de humedad entre los componentes externos y entornos de embalaje interno. Los dos procesos son causados por factores termodinámicos e impulsado directamente por la fuerza del gradiente de concentración de humedad. Son simultáneos e influyen en cada uno, haciendo que el proceso global sea muy complicado.

La Figura 4 (A y B) (Anexo 4) muestra el cambio de la humedad (g de agua/100g de materia seca) en función al tiempo (días) para los chocolates A y B con 45 y 52 por ciento, respectivamente, contenidos en cuatro empaques hechos con distinto material (Tratamientos): PM, PA, PP y LM, donde se puede observar que el contenido de humedad crece a medida que pasa el tiempo, siendo los valores máximos alcanzados 22,6 y 13,56 g de agua/100g de materia seca por los chocolates con 45 y 52 por ciento de cacao para el tratamiento PM, respectivamente. A estos valores, les siguen los correspondientes al papel aluminio (PA), polipropileno (PP) y por último el laminado (LM). Se obtuvo como menor valor 1,66 g de agua/100g de materia seca para el chocolate con 45 por ciento de cacao contenido en un empaque laminado (LM) a los 90 días de almacenamiento. A partir de estos resultados, se puede decir que el papel manteca (PM) es el que transmitió mayor cantidad de humedad del exterior al interior (alta HR) del empaque, lo que se verifica con la adsorción de mayor cantidad de agua por el chocolate con la mayor ganancia de peso a diferencia del empaque laminado (LM) que obtuvo la menor ganancia de peso.

En la Figura 4 (Anexo 4) también se puede observar un fenómeno que ocurre para los chocolates de 45 y 52 por ciento de cacao empacados en polipropileno (PP) y laminado (LM), la humedad va creciendo desde el inicio (día cero) hasta una caída de humedad en el día 45 y luego vuelve a aumentar la humedad hasta el día 90, excepto para el chocolate 45 por ciento de cacao empacado en LM que cae la humedad en el día 30. Esto puede deberse a la presencia de grasa en la composición del chocolate. El aumento de humedad que se generó en el chocolate fue por adsorción en un ambiente al 90 por ciento de humedad relativa, y por consecuencia se generó una ganancia de peso progresivo en el tiempo.

Beckett (2008) refiere que el aumento de humedad en chocolates es muy lento y puede tomar un tiempo extenso, por lo que es probable que al aumentar el tiempo en su almacenamiento se haya podido alcanzar valores de humedad más altos, como se presenta en esta investigación. Asimismo, Ghosh *et al.* (2005) expresan que el aumento de humedad dependerá mucho del estado físico de los cristales de grasa, de la cantidad y el tipo de componentes hidrofílicos, así como de las condiciones en el almacenamiento.

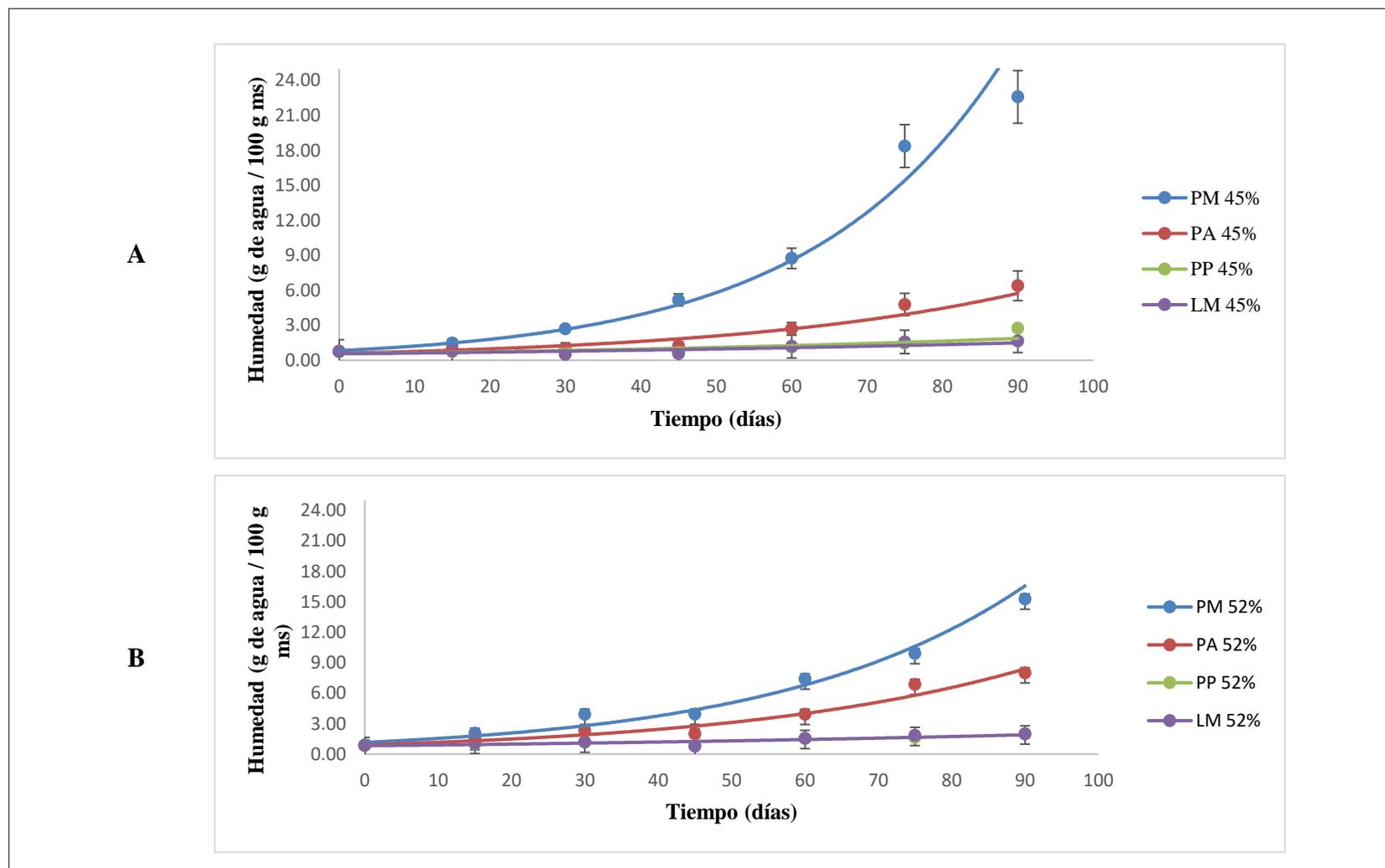


Figura 4: Variación de la humedad (g de agua/100g de materia seca) en función del tiempo (días) para el chocolate de 45 % de cacao (A) y 52 % de cacao (B)

Lo que ocurre en la transferencia de vapor de agua es que las moléculas del gas o vapor se pueden disolver en los polímeros utilizados (materiales de empaque), o difundirse en ellos y así entonces viajar a otra sustancia en contacto. El alcance y la velocidad de estos acontecimientos van a depender de la estructura física y química del polímero y de la naturaleza de la molécula viajera (Quintana *et al.*, 2007).

En el presente estudio se ha podido demostrar, que el papel manteca (PM), pierde sus propiedades al ser expuesta a un ambiente con alta humedad relativa (90 por ciento aproximadamente) en el tiempo y fue el que obtuvo la mayor ganancia de humedad a comparación de los demás empaques. Beckett (2017), reportó que el papel manteca o glassine se utiliza con frecuencia en laminados para tablero, para protegerlo de la penetración de grasas y manchas y también puede ser incorporado en una envoltura no termosellada para detener la migración de grasa de las barras de chocolate en climas cálidos, pero para comercialización se ha dejado de usar como empaque.

Beckett (2017), reportó que el papel de aluminio (PA) proporciona la mejor barrera disponible en un formato flexible, teniendo una buena barrera a la transmisión de vapor de agua, gas y olor. Pero en la presente investigación no se obtuvo los resultados mencionados por el autor. El aluminio (PA) fue el segundo material de empaque en ganar humedad, cabe resaltar que el chocolate fue empacado de manera uniforme, sin sellar y de manera manual. Lo cual en el proceso de almacenamiento y con el pasar del tiempo se puede haber generado micro rupturas en el material de empaque lo que puede haber sido causa de la ganancia de humedad.

Chica & Osorio (2003) reportan que el incremento de la humedad del chocolate empacado en polipropileno fue muy leve en los primeros 60 días, después los valores aumentaron notablemente de acuerdo con cada una de las condiciones de almacenamiento (humedad relativa de 80% y 90%). Por el contrario, en la actual investigación, los chocolates empacados en polipropileno (PP) y laminado (LM) captaron una menor cantidad de humedad en gran parte del tiempo de almacenamiento (90 días) a 90% de humedad relativa aproximadamente.

El laminado (LM), no tiene un índice de transmisión de vapor de agua alto, si es que llegara a presentarse valores altos se debe a quebraduras y pinchaduras microscópicas que no se pueden evitar. La cantidad de vapor transmitido en condiciones normales variará según la cantidad y el tamaño de dichas perforaciones, los laminados también evitan la pérdida de olor de los productos (MINCETUR, 2009).

Es importante resaltar, como menciona Robertson (2013), una de las funciones principales del empaque es mantener su contenido fuera de influencias medioambientales, tales como el agua, vapor de agua, gases, olores, microorganismos, polvo, vibraciones y fuerzas de compresión, por lo que al exponer las piezas de chocolate empacados a una alta humedad relativa de 90 por ciento aproximadamente, se incrementó aún más la ganancia de humedad y se acortó su tiempo de vida.

Asimismo, Pacheco (2016) indica que los empaques tienen una gran influencia sobre la reducción de la velocidad de deterioro del café tostado y que el impacto fue determinado, generalmente, por sus propiedades de barrera al agua o vapor de agua, mientras más alta fue, mejor fue la protección. Así como en la presente investigación, el polipropileno (PP) y el laminado (LM) presentaron curvas de ganancia de humedad con mínima pendiente indicando indirectamente una barrera al agua o vapor de agua.

Cagny *et al.* (2021) indican que, al exponer un material al medio ambiente, la humedad puede entrar o salir del material, como la humedad se intercambia en la superficie, este proceso implica un proceso complejo de transporte de agua a través del material poroso y heterogéneo. Dicho transporte de agua involucra flujos de líquido y vapor no saturados dentro del material, cambios de fase líquido-vapor y transferencia de vapor desde la superficie del material. Juntos, estos procesos conducen al envejecimiento (visual y táctil, particularmente a sus propiedades mecánicas, como la fluidez y la fragilidad) del material en escalas de tiempo de semanas o incluso meses. No está claro qué gobierna en el proceso de permeación del agua y cómo se relaciona esto con las propiedades del material que dependen del tiempo.

Para los dos tipos de chocolates oscuros ensayados, de 45 y 52 por ciento de cacao, se determinaron por regresión ($p < 0,05$) los modelos matemáticos que describen la cinética de ganancia de humedad para cada tipo de empaque (Anexo 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11), siendo la variable dependiente el contenido de humedad del chocolate y la variable independiente el tiempo en días; donde el contenido de humedad fue calculado por la ganancia de agua por parte del chocolate en un ambiente con humedad relativa de 90 por ciento aproximadamente.

Svanberg (2011), Nestius-Svenson (2011) y Galler (2011), citado por Hondo (2013), indican que un menor contenido de grasa puede ocasionar una tasa más baja de permeabilidad a la humedad. Existen valores de permeabilidad de empaques (Hayes, 1987) en el siguiente orden: papel manteca (PM), polipropileno (PP), papel aluminio (PA) y laminado (LM), sin embargo los resultados con chocolates empacados no resulto igual, posiblemente debido a las micro rupturas del papel aluminio (PA).

La Tabla 8 (Anexo 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11), muestra los valores de humedad promedio ganada por el chocolate para los cuatro tratamientos en el tiempo (desde el día cero hasta el día 90). El papel manteca (PM) tuvo la mayor ganancia de humedad ($p < 0,05$), seguido del papel aluminio (PA), polipropileno (PP) y por último el laminado (LM), tanto para el chocolate A y B de 45 y 52 por ciento de cacao, respectivamente. El papel manteca (PM) fue uno de los empaques vulnerables como barrera de protección frente a la humedad y el papel aluminio (PA) fue barrera a los gases y olores sin embargo fue frágil a la rotura (Garcerant, 2015). El empaque laminado (LM) para los chocolates A y B desde el día cero hasta el día 60 tuvo una leve ganancia de humedad, siendo desde el día 75 un aumento de humedad de manera notable hasta el día 90.

Beckett (2017) reportó que el polipropileno (biorientado o BOPP) por su forma clara, es usado en gran medida en productos de confitería y embalados en caja (para la protección de luz), sin embargo, para chocolates en tableta son menos usados, como comúnmente lo comercializan los pequeños productores de chocolates en el Perú. El autor también reportó que este material se incorpora en materiales laminados. El empaque laminado (LM) y polipropileno (PP) para ambos chocolates (45 y 52 por ciento) tuvieron valores muy cercanos y estadísticamente fueron iguales ($p < 0,05$) y esto se puede observar en la Figura 4

Tabla 8: Humedad promedio en 90 días de almacenamiento para los chocolates A y B (45 y 52% de cacao)

Tiempo (días)	Tratamientos							
	PM 45%	PA 45%	PP 45%	LM 45%	PM 52%	PA 52%	PP 52%	LM 52%
0	0,76 ± 0,06 ^a	0,76 ± 0,06 ^a	0,76 ± 0,06 ^a	0,76 ± 0,06 ^a	0,85 ± 0,05 ^b	0,85 ± 0,05 ^b	0,85 ± 0,05 ^b	0,85 ± 0,05 ^b
15	1,47 ± 0,07 ^b	0,95 ± 0,02 ^a	0,74 ± 0,05 ^a	0,81 ± 0,01 ^a	2,05 ± 0,04 ^c	1,43 ± 0,09 ^b	1,01 ± 0,04 ^b	1,04 ± 0,11 ^b
30	2,69 ± 0,31 ^c	0,98 ± 0,13 ^a	0,75 ± 0,09 ^a	0,49 ± 0,09 ^a	3,78 ± 0,28 ^c	2,40 ± 0,16 ^c	1,21 ± 0,18 ^b	1,17 ± 0,13 ^b
45	5,18 ± 0,55 ^c	1,21 ± 0,26 ^b	0,64 ± 0,05 ^a	0,57 ± 0,07 ^a	3,56 ± 0,68 ^b	2,03 ± 0,28 ^b	0,78 ± 0,09 ^a	0,79 ± 0,08 ^a
60	8,75 ± 1,69 ^c	2,70 ± 0,37 ^b	1,13 ± 0,10 ^a	1,19 ± 0,06 ^a	6,86 ± 0,99 ^c	3,70 ± 0,40 ^b	1,53 ± 0,04 ^a	1,54 ± 0,08 ^a
75	18,38 ± 2,59 ^c	4,78 ± 0,61 ^b	1,45 ± 0,05 ^a	1,57 ± 0,20 ^a	9,48 ± 0,74 ^b	6,88 ± 1,21 ^b	1,64 ± 0,15 ^a	1,84 ± 0,07 ^a
90	22,60 ± 0,69 ^c	6,39 ± 1,32 ^b	2,74 ± 0,93 ^a	1,66 ± 0,06 ^a	13,56 ± 2,97 ^c	7,82 ± 0,82 ^b	2,00 ± 0,10 ^a	1,98 ± 0,10 ^a

Los resultados se expresan como promedio ± desviación estándar de tres repeticiones. Las distintas letras en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) de menor a mayor en orden alfabético

(A y B) donde para el chocolate de 52% de cacao el empaque laminado (LM) está sobre puesto en el empaque de polipropileno (PP). Es por ello que se optó por la elección del laminado (LM) ya que en su composición se encuentra el polipropileno (PP), tomando mejores características para la conservación.

Labuza (2020), indica que existen dos factores principales que influyen en la migración de humedad en alimentos sólidos y semi sólidos: el equilibrio de la actividad del agua (a_w) (termodinámica) y velocidad de difusión (dinámica de la transferencia de masa). Esto dará lugar a la migración de agua que se da, de la región de a_w más alta (potencial químico más alto) a la región de a_w más baja y puede resultar en cambios no deseados en el sistema descrito anteriormente. A esto puede deberse a que en diferentes zonas del chocolate se puede encontrar variaciones en la medición de la humedad y como resultado caídas de humedad.

Cagny *et al.* (2021) mencionan que la existencia de una lenta adsorción o expulsión de humedad puede afectar significativamente a productos desde el punto de vista químico, físico, microbiano, afectando la vida útil, el rendimiento del producto, y el gusto del consumidor. Como resultado, donde el chocolate estuvo expuesto en un ambiente con 90 por ciento de humedad relativa aproximadamente, en el tiempo se desarrolló un crecimiento microbiano (mohos y levaduras) que empezó a aparecer en el día 30.

En la Tabla 9 (Anexo 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11), se presenta el modelo matemático de segundo grado (exponencial) que describe la cinética de humectación de los chocolates de 45 y 52 por ciento de cacao (A y B, respectivamente) de los diferentes empaques, donde “H” es el valor de humedad (g de agua/100 gramos de materia seca) y t es el tiempo (días), modelado desde el día 15 al día 90.

Los valores de ganancia de humedad obtenidos en función del tiempo presentaron una correlación (r) del tipo positiva fuerte ($0,8 \leq r < 1$), según clasificación del grado de correlación publicada por Nieves y Domínguez (2009); sin embargo, el material de empaque de polipropileno (PP) del chocolate de 52 por ciento de cacao obtuvo un coeficiente de correlación menor a lo referido (0,78).

El coeficiente de determinación (R^2) de los modelos de ganancia de humedad en función al tiempo (días), brinda la proporción de la variación en la variable de respuesta ($y =$ humedad) que puede explicarse por medio de la variación de la variable independiente ($x =$ tiempo) (Triola 2009). En la investigación, en los casos de empaques de polipropileno (PP) y laminado (LM), el coeficiente de determinación (R^2 de 82,72 y 75,20 y 61,02 y 69,52%) es menor a comparación de los empaques papel manteca (PM) y papel aluminio (PA), para ambos chocolates.

Para el empaque elegido, laminado (LM), se tiene valores donde R^2 es 75,20 por ciento y r 0,8672 que obtiene el chocolate al 45 por ciento de cacao (A) y R^2 69,52% y r es 0,8337 para el chocolate al 52 por ciento de cacao (B). Teniendo el primer chocolate (45 por ciento de cacao) un ajuste ligeramente superior, así como una mayor pendiente (b) y un mayor intercepto (a). Para el modelo, la pendiente (b) significa que, a un mismo tiempo en el empaque laminado, el chocolate A adsorbe mayor humedad que el chocolate B en una relación de 1,8 a 1, debido a que se estima una mayor composición de azúcar (55 por ciento), por diferencia del contenido de cacao.

Tabla 9: Modelo matemático que describe la cinética de humectación de chocolates con 45 y 52 por ciento de cacao contenido en diferentes empaques

Ecuación	$H=e^{\pm a + b*t^2}$				
	Porcentaje de cacao	Empaques	Pendiente (b)	Intercepto (a)	R
45% de cacao	PM	0,00039	0,4079	0,94	87,62
	PA	0,00028	-0,2045	0,97	94,08
	PP	0,00012	-0,3839	0,91	82,72
	LM	0,00018	-0,5409	0,87	75,20
52% de cacao	PM	0,00029	0,6131	0,90	80,81
	PA	0,00025	0,2660	0,93	87,34
	PP	0,00009	-0,0879	0,78	61,02
	LM	0,00010	-0,0779	0,83	69,52

4.4. CARACTERIZACIÓN POR EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS CHOCOLATES CON MENOR GANANCIA DE HUMEDAD

Se realizó la evaluación sensorial de los chocolates con menor ganancia de humedad, siendo este el de material laminado (LM) para los dos tipos de chocolates oscuros (45 y 52 por ciento).

Los dos tipos de chocolates fueron sometidos a una prueba de consumidores, logrando alcanzar el 95,6 por ciento de aceptación para el chocolate A (45 por ciento de cacao) y 51,1 por ciento para el chocolate B (52 por ciento de cacao). Se encuestaron (Tabla 10, Anexo 12) a 45 consumidores (nacionales), de ambos sexos (masculino y femenino), categorizados en edades de 20 a mayores de 50 años. Sobre los datos de los consumidores encuestados, el 62,2 por ciento fueron hombres, el 53,3 por ciento de jóvenes de 20 a 30 años.

El 75 por ciento de los consumidores otorgó como calificativo una moda de 7,5 con una mediana de 8 “me agrada” y una media en calificativo de 7,9 para el chocolate A (Tabla 11 y Anexo 12).

Para el chocolate oscuro B, se obtuvo que el 50 por ciento de los consumidores (Tabla 11) otorgó como calificativo una moda de 5 para la aceptabilidad general del chocolate oscuro elaborado al 52 por ciento de cacao en empaque laminado, lo que equivale a que en su opinión el chocolate “ni me agrada ni me desagrada”, con una mediana de 6 “ni me agrada ni me desagrada” y una media en calificativo de 5,1 (Tabla 11 y Anexo 12).

Mejia *et al.* (2017) encontraron para un chocolate oscuro peruano al 70 por ciento elaborado con cacao de la región de San Martín un valor de aceptabilidad general de 5,5 en una escala hedónica de 10 puntos. Según Torres-Moreno *et al.* (2015), evaluaron tiempos de tostado y concado de diferentes chocolates oscuros de Ecuador y Ghana, encontrando una mayor calidad sensorial en los chocolates procesados con granos de Ecuador (6,47 en una escala hedónica de 9 puntos) que en los chocolates de Ghana (6,05).

Mejia *et al.* (2021) mencionan que en su investigación utilizaron chocolates procesados por la empresa La Ibérica (Arequipa, Perú), con cacao proveniente de Bagua. La evaluación se realizó con un panel de ocho integrantes (semi entrenados) de 25 a 62 años de edad. Las sesiones se ejecutaron en un ambiente espacioso, libre de olores y con iluminación adecuada, pero en este caso para determinar el perfil sensorial de las muestras, se utilizó un análisis descriptivo cuantitativo para identificar y cuantificar la intensidad de los atributos de sabor. Al igual que la presente investigación fue llevada en un ambiente similar al expuesto y con una de las muestras provenientes del proceso de la misma compañía arequipeña.

En la Tabla 11 (Anexo 12) se presentan los valores de aceptabilidad general de los dos tipos de chocolates oscuros empacados en laminado y de los consumidores. Los resultados fueron: 7,5 y 5,0 de moda; 8,0 y 6,0 de mediana y 7,9 y 5,1 de media, respectivamente. En todos los casos el chocolate A (45 % de cacao) empacado en laminado tuvo un puntaje mayor respecto al chocolate B en la escala de 0 a 10 cm., con al menos un 33 por ciento más, esto debido a la formulación y no al empaque.

Tabla 10: Aceptabilidad general del chocolate y datos del consumidor

Chocolate 45% de cacao						Chocolate 52% de cacao					
Puntaje	Frec.	Sexo		Edad		Puntaje	Frec.	Sexo		Edad	
		M	A	B	C			M	A	B	C
1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	3	0
4	0	0	0	0	0	4	6	7	5	3	1
5	2	1	5	1	1	5	8	3	7	5	1
6	3	3	2	1	1	6	10	2	2	1	1
7	15	8	2	4	1	7	9	6	1	1	3
8	9	7	3	2	2	8	3	2	1	1	1
9	10	6	1	1	1	9	3	2	1	1	1
10	6	3	1	1	0	10	1	2	1	1	1
Total	45	28	14	10	6	Total	45	24	18	18	9
Porcentaje de consumidores que otorgan calificación mayor a 6= 95,6%						Porcentaje de consumidores que otorgan calificación mayor a 6= 51,1%					

Leyenda:

Frec. = Frecuencia total, M = sexo masculino. Edad: A (20 a 30 años), B (31 a 40 años), C (mayor a 41 años)

Tabla 11: Resumen de la evaluación de aceptabilidad general del chocolate (A y B) oscuro empacado en laminado

Resultado	Chocolate 45%de cacao	Chocolate 52% de cacao
Moda	7,5	5,0
Mediana	8,0	6,0
Media	7,9	5,1

V. CONCLUSIONES

1. Muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) los chocolates de 45 y 52 por ciento de cacao en el contenido de humedad y cenizas.
2. Los chocolates de 45 y 52 por ciento de cacao empacados en papel manteca obtuvieron mayor ganancia de humedad a los 90 días, con valores finales de 22,60 y 13,56 g de agua/100 g de materia seca, respectivamente.
3. Los chocolates de 45 y 52 por ciento de cacao empacados en laminado obtuvieron menos ganancia de humedad a los 90 días, con valores finales de 1,66 y 1,98 g de agua/100 g de materia seca, respectivamente.
4. El modelo matemático que representa la cinética de humectación de los chocolates con 45 y 52 por ciento de cacao empacados en laminado (LM) a los 90 días de almacenamiento es: $H = e^{-0,5409 + 0,00018 * t^2}$ ($R^2 = 75,20 \%$, y $r = 0,87$, $EEE = 0,3$) y $H = e^{-0,0779 + 0,0001 * t^2}$ ($R^2 = 69,52 \%$, y $r = 0,83$, $EEE = 0,20$), respectivamente.
5. El chocolate de 45 por ciento de cacao obtuvo una puntuación mayor o igual a 6 en una escala de 10 puntos en la prueba de aceptabilidad, que fue otorgada por el 95,6 por ciento de los consumidores; a diferencia del chocolate de 52 por ciento de cacao que obtuvo una puntuación mayor o igual a 6 otorgada por solo el 51,1 por ciento de consumidores.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la cinética de humectación de chocolates rellenos en empaque laminado.
- Realizar estudios de cinética de humectación en chocolates con mayor contenido de cacao empacados.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, C.; Pérez, E. & Lares M. (2007). Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado de Aragua. *Agronomía tropical* 57(4):249-256.

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). (2016). *Official Methods of Analysis of Association of AOAC International*. 20 ed. Latimer, GW (eds). Maryland, USA. 3100 p.

ARACELL. (2007). La permeabilidad, la permeancia y el factor de resistencia al vapor de agua. Revisado el 22 julio del 2020. Recuperado de: [http://www.armacell.com/WWW/armacell/ACwwwAttach.nsf/ansFiles/000-003-011-E\(E\).pdf/\\$File/000-003-011-E\(E\).pdf](http://www.armacell.com/WWW/armacell/ACwwwAttach.nsf/ansFiles/000-003-011-E(E).pdf/$File/000-003-011-E(E).pdf)

Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Cuarta edición. Pearson education, México.

Barberena, E. (2018). *ABC Pack: Envases flexibles en la Industria Alimentaria*. Revisado el 15 de febrero del 2019. Recuperado en: <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/envases-flexibles-en-la-industria-alimentaria/>

Beckett, S. (1994). *Fabricación y utilización industrial del chocolate*. Zaragoza, España, Acribia.

Beckett, S. (2008). *The Science of Chocolate*. 2 ed. Cmbridge, United Kingdoms, RSC Publishing.

Beckett, S. (2009). *Industrial chocolate manufacture and use*. John Wiley & Sons.

Beckett, S. (2017). *Industrial chocolate manufacture and use*. 5 ed. John Wiley & Sons.

Bertuzzi, M.; Armanda, M.; Gottifredi, J.; Aparicio, A. & Jiménez, P. (2002). Estudio de la permeabilidad al vapor de agua de *films* comestibles para recubrir alimentos.

Cagny, J.C; Rouwhorst, L; Arnaudov, S; Stoyanov, T.B.J. & Blijdenstein, P. Schall (2021). Water migration through fat-based semi solid heterogeneous materials, *Food Structure*, Volume 29.

Chica C. & Osorio S. (2003). Determinación del Tiempo de Vida en Anaquel del Chocolate de Mesa sin Azúcar en una Película de Polipropileno Biorientado. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia).

Chire, G. & Hartel, R. (2011). Efectos de diferentes emulsificantes en las propiedades reológicas y la efluencia grasa del chocolate oscuro. *Anales Científicos UNALM* 72(1), 1-12.

Chire, G; Valdivia, R; Orihuela, C. & Ureña, M. (2017). Assessment of physical and physicochemical quality of main chocolates traded in Peru. *Acta Agronómica*, 66(2), 164-171. Revisado el 3 de agosto del 2022. Recuperado de: <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.53779>

Chire, G. (2019). Mejora de propiedades físicas y su efecto en el contenido de ácidos grasos en chocolate peruano aplicando superficie de respuesta. (Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú).

Chire, G; Ureña, M. & Hartel, R. (2020). Fatty acid profile and solid fat content of Peruvian cacao for optimal production of trade chocolate. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 50-56. Revisado el 3 de agosto del 2022. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000100050>

- Chu, Z.; Lu, L. & Wang, J. (2013). Chinese Packaging Institute Mathematical Model for Water Transfer in Multidomain Food Packed in Permeable Packaging. Department of Packaging Engineering, Jiangnan University, Wuxi, China.
- Codini, M.; Díaz, V.; Ghirardi, M. & Villavicencio. (2004). Obtención y utilización de la manteca de cacao. *Invenio: Revista de investigación académica* (12):143-148.
- Daza, La Plata, A. 2018. Cinética de eflorescencia grasa en dos tipos de chocolate oscuro peruano. Tesis de ingeniero en Industrias Alimentarias, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
- Ferrán-Aranaz, M. (2002). Curso de SPSS para Windows. Madrid: McGraw-Hill.
- Garcerant, I.P. (2015). La función del envase en la conservación de alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá. Primera edición.
- Ghosh, V.; Ziegler, G. & Anantheswaran, R. (2005). Moisture migration through chocolate-flavored confectionery coatings. *Journal of food engineering*, 66(2), p. 177-186.
- Giraldo, G. I. (1999). Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. (Monografía, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia). Revisado el 3 noviembre del 2020. Recuperado: <https://www.bdigital.unal.edu.co/51276/1/metodosdeestudiodevidadeanaqueldelosalimentos.pdf>
- Hayes, G. (1987). Food Engineering Data Handbook. Senior lecture in Food Engineering. Department of Food Manufacture and Distribution. Manchester Polytechnic.
- Hine T. (1995). The Total Package: The Evolution and Sechet Meanings of Boxes, Bottles. Cans and Tubes. New York: Little. Brown.

- Hondo, H. (2013). Modeling of Moisture Migration through Chocolate. (Thesis of Master degree, Chalmers University of Technology, Sweden).
- INACAL. (2017). Norma Técnica Peruana NTP 107.302. Cacao y chocolate. Términos y definiciones. Primera edición. Lima.
- INDECOPI. (2012). Chocolate: requisitos. NTP 208.002. 4ta Edición. Lima, Perú.
- INS. (2009). Tabla de Composición de Alimentos. 8va Edición. Lima, Perú.
- ITDG. (1998). Técnicas de Envasado y Empaque. Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Mujer (UNIFEM).
- Kerry, J. (2012). Aluminium foil packaging. University College Cork, Ireland.
- Kester, J. J., Fennema, O.R. (1989). Resistance of lipid films to moisture migration. Journal of American Oil Chemistry Society, 66(8), p. 1139.
- Kirk, R., Sawyer, R., & Egan, H. (2008). Composición y análisis de alimentos de Pearson. Novena reimpresión. Grupo Editorial Patria (Eds.) México D.F., México. p773
- Kuehl, R. (2000). Diseño de experimentos. Segunda edición. Editorial Miguel Ángel Toledo Castellanos, México.
- Labuza, T & Bilge, A. (2020). Diffusion and Sorption Kinetics of Water in Foods. . Food Technology, 39 (12): 287-292.
- Labuza, T. & Schmidt, M. (1985). Accelerated shelf-life testing of foods. Food Technology, 39 (9):57-64.

- Lika, M. & De Toledo, M. (2015). Impact packing characteristics on customer purchase intention: instant coffee in refill packs and glass jars. *Journal of Sensory Studies*. 30 (2015): 169-180.
- Lonchamp, P. & Hartel, R. (2006). Surface bloom on improperly tempered chocolate. University of Wisconsin-Madison, Department of Food Science, Madison, WI, USA. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108 (2006) 159–168.
- Man, D. & Jones, A. (2000). *Shelf Life Evaluation of Foods*. Segunda edición. Editorial Aspen Publishers, Inc. USA.
- McHugh, T.; Avena-Bustillos, R. & Krochta, J.M. (1993). Hydrophilic Edible Films: Modified Procedure for Water Vapor Permeability and Explanation of Thickness Effects.
- Mejía, R. A.; Meza, G.; Espichán, F.; Mongrovejo, J. & Rojas, R. (2021). Chemical and sensory profiles of Peruvian native cocoas and chocolates from the Bagua and Quillabamba regions. ISSN 1678-457X.
- Mejía, R. A.; Ruiz, C.; Portales, R. & Rojas, R. (2017). Quality profile of peruvian dark chocolate: a preliminary approach. International symposium on cocoa research (ICSR).
- MINCETUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo). (2009). Guía de envases y embalajes. Revisado el 05 de noviembre de 2019. Recuperado de: http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66_DEB.pdf
- NCA (National Confectioners Association). (2017). The story of chocolate (en línea). Revisado el 15 noviembre del 2019. Recuperado de: <https://www.candyusa.com>

- Nieves, A; Domínguez, F. 2009. Probabilidad y Estadística para Ingeniería. Un enfoque moderno. México, México D.F. McGraw Hill Latinoamérica. 548.
- Nightingale, Lia; Lee, Soo-Yeun & Engeseth, N. (2011). Impact of storage on dark chocolate: Texture and polymorphic changes. Journal of Food Science. Vol. 76, Nr. 1, 2011.
- OEPM. (2001). Método para retrasar la efluorescencia de grasa en masas de confitería con base grasa. ES2158926 T3. Madrid, España.
- Pacheco, V.R. (2016). Estimación del tiempo de vida útil del café tostado tipo premium (*coffea arabica*) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú).
- PAPEAL (Papel de Película de Aluminio). (2018). Envasado de alimentos con Aluminio. Revisado el 14 de abril del 2020. Recuperado de: <https://alfipa.es/aplicaciones/aluminio-lamina-laminado-alimentos-envase/>
- Park, Soo-Jin & Seo, Min-Kang. (2011). Capítulo 6 - Elemento y procesamiento. ELSEVIER, Vol. 18, páginas 431-499.
- Quintana, J.; Cornejo, F. & Rigaíl. A. (2007). Análisis y diseño de empaques flexibles para alimentos. Revista Tecnológica ESPOL 20(1):11-18.
- Rivera, J. Y. (2016). Estimación del tiempo de vida útil del café verde y pergamino (*Coffea arabica*) en diferentes empaques mediante pruebas aceleradas. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú).
- Robertson, G.L. (2013). Food packaging: Principles and Practice. London: CRC Press.

- Rodríguez, R.J. (2003). Factors affecting permeation, sorption, and migration processes in package-product systems. In: Food Storage Stability, Taub I.A., Singh R.P. (Eds). Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 269–330.
- Torres-Moreno, M.; Torrescana, E.; Salas-Salvado, J. & Blanch, C. (2015). Nutritional composition and fatty acids profile in cocoa beans and chocolates with different geographical origin and processing conditions. Food Chemistry 166:125-132.
- Triola, MF. 2009. Estadística. 10 ed. Mexico, Mexico D.F., Pearson Education. 904 p.
- Ureña, M.; DArrigo, M. & Girón, O. (1999). Evaluación Sensorial de los Alimentos. UNALM. 1era Edición. Lima, Perú.
- Wille, R.L. & Lutton, E.S. (1966). Polimorphisim of cocoa butter. American Oil Chemists Society, 43(8): 491-496.
- Zarringhalami, S.; Sahari, M.A.; Barzegar, M. & Hamidi-Esfehani, Z. (2010). Enzymatically modified tea seed oil as cocoa butter replacer in dark chocolate. International journal of food science & technology 45(3):540-545.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: DATOS DE COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CHOCOLATES A (45 POR CIENTO) Y B (52 POR CIENTO)

Porcentaje de cacao	Replica	Proteína cru.	Humedad	Grasa cru.	Ceniza	Carbohidratos totales
A (45%)	1	5.78	0.54	30.86	1.48	61.34
	2	5.69	0.45	33.13	1.47	59.26
	3	5.74	0.65	32.00	1.31	60.31
B (52%)	1	5.60	1.07	33.55	1.64	58.14
	2	5.69	1.10	30.45	1.6	61.16
	3	5.65	1.12	31.99	1.62	59.63

ANEXO 2: RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATES OSCUROS A (45 POR CIENTO) Y B (52 POR CIENTO)

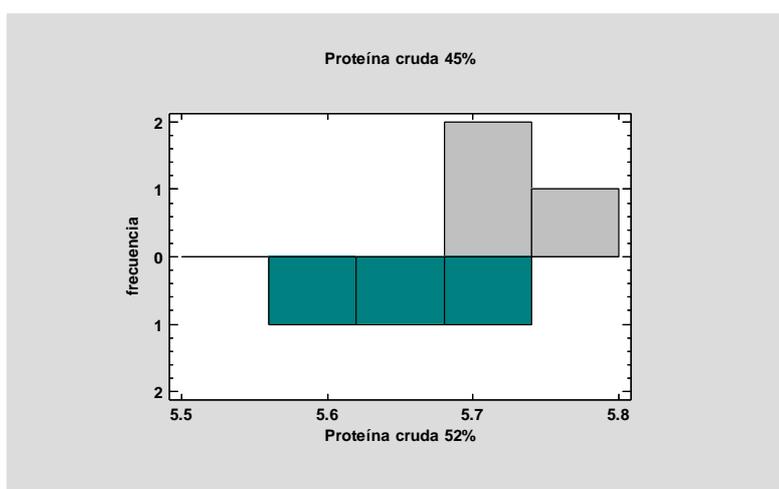
Comparación de Dos Muestras - Proteína cruda 45% & Proteína cruda 52%

Muestra 1: Proteína cruda 45%

Muestra 2: Proteína cruda 52%

Muestra 1: 3 valores en el rango de 5.69 a 5.78

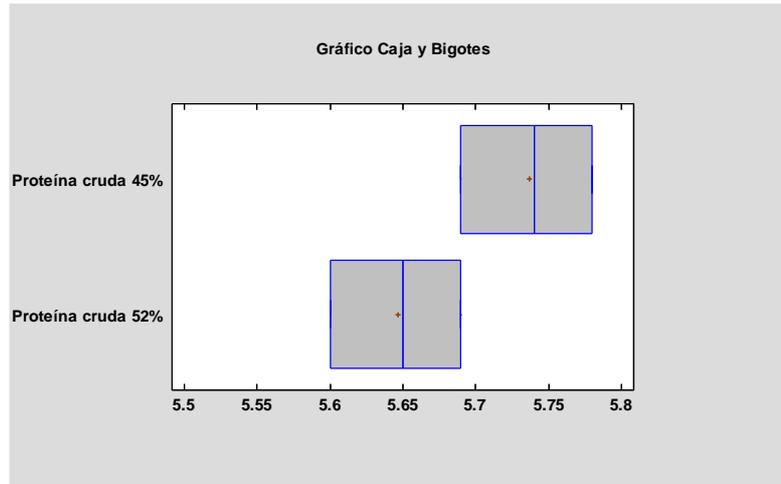
Muestra 2: 3 valores en el rango de 5.6 a 5.69



Esta gráfica despliega dos histogramas, uno para cada muestra, con el histograma de la segunda muestra invertido debajo del de la primera. Puede usar esta gráfica para visualizar las formas de las dos distribuciones.

Resumen Estadístico

	<i>Proteína cruda 45%</i>	<i>Proteína cruda 52%</i>
Recuento	3	3
Promedio	5.73667	5.64667
Desviación Estándar	0.0450925	0.0450925
Coefficiente de Variación	0.78604%	0.798568%
Mínimo	5.69	5.6
Máximo	5.78	5.69
Rango	0.09	0.09
Sesgo Estandarizado	-0.233933	-0.233933
Curtosis Estandarizada		



Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Proteína cruda 45%: 5.73667 ± 0.112016 [5.62465; 5.84868]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Proteína cruda 52%: 5.64667 ± 0.112016 [5.53465; 5.75868]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0.09 ± 0.102223 [-0.0122231; 0.192223]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.: $\text{media1} \neq \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales: $t = 2.44447$ valor-P = **0.0708656**

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

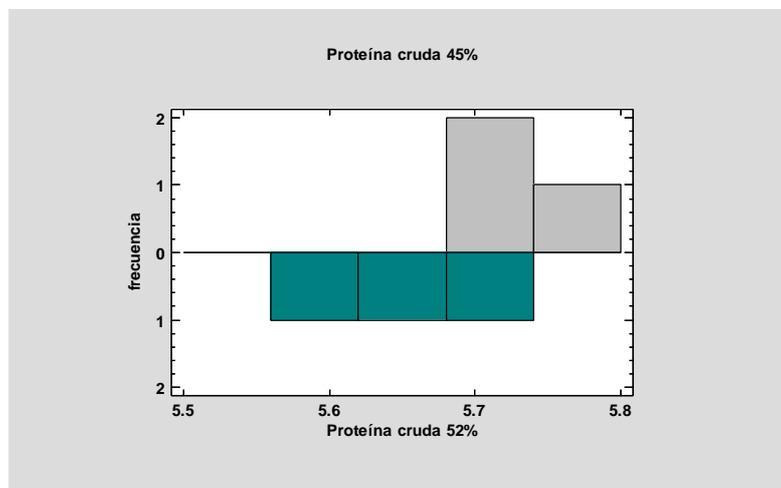
Comparación de Dos Muestras - Proteína cruda 45% & Proteína cruda 52%

Muestra 1: Proteína cruda 45%

Muestra 2: Proteína cruda 52%

Muestra 1: 3 valores en el rango de 5.69 a 5.78

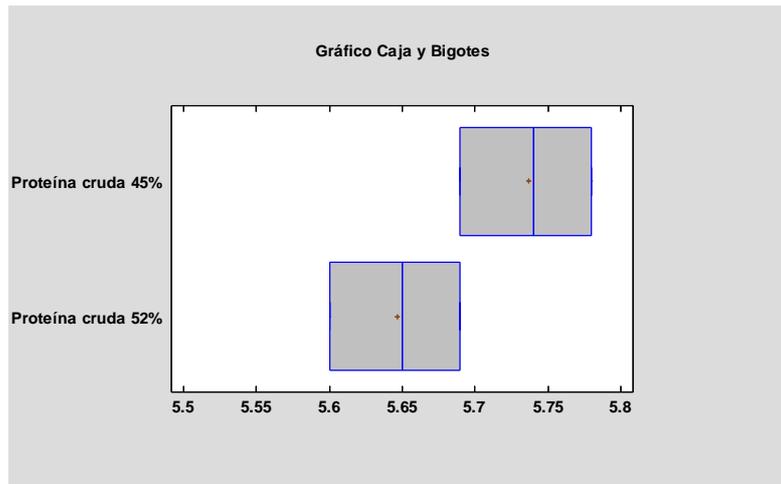
Muestra 2: 3 valores en el rango de 5.6 a 5.69



Esta gráfica despliega dos histogramas, uno para cada muestra, con el histograma de la segunda muestra invertido debajo del de la primera. Puede usar esta gráfica para visualizar las formas de las dos distribuciones.

Resumen Estadístico

	<i>Proteína cruda 45%</i>	<i>Proteína cruda 52%</i>
Recuento	3	3
Promedio	5.73667	5.64667
Desviación Estándar	0.0450925	0.0450925
Coefficiente de Variación	0.78604%	0.798568%
Mínimo	5.69	5.6
Máximo	5.78	5.69
Rango	0.09	0.09
Sesgo Estandarizado	-0.233933	-0.233933
Curtosis Estandarizada		



Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Proteína cruda 45%: 5.73667 +/- 0.112016 [5.62465; 5.84868]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Proteína cruda 52%: 5.64667 +/- 0.112016 [5.53465; 5.75868]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0.09 +/- 0.102223 [-0.0122231; 0.192223]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 < media2

suponiendo varianzas iguales: t = 2.44447 valor-P = 0.0708656

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

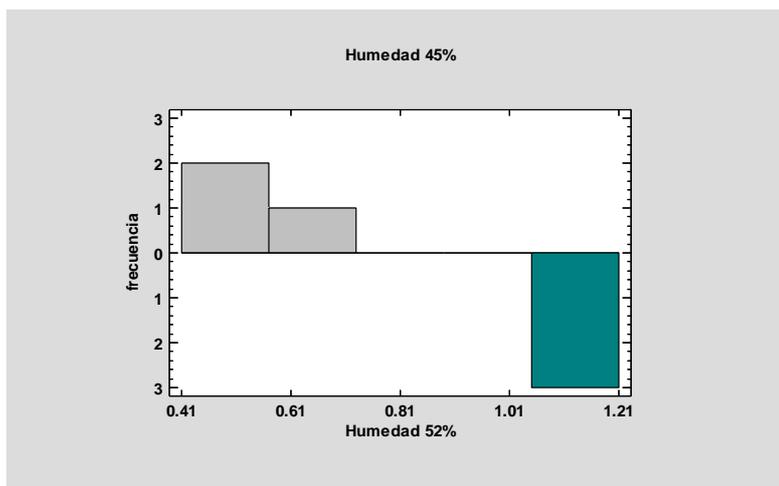
Comparación de Dos Muestras - Humedad 45% & Humedad 52%

Muestra 1: Humedad 45%

Muestra 2: Humedad 52%

Muestra 1: 3 valores en el rango de 0.45 a 0.65

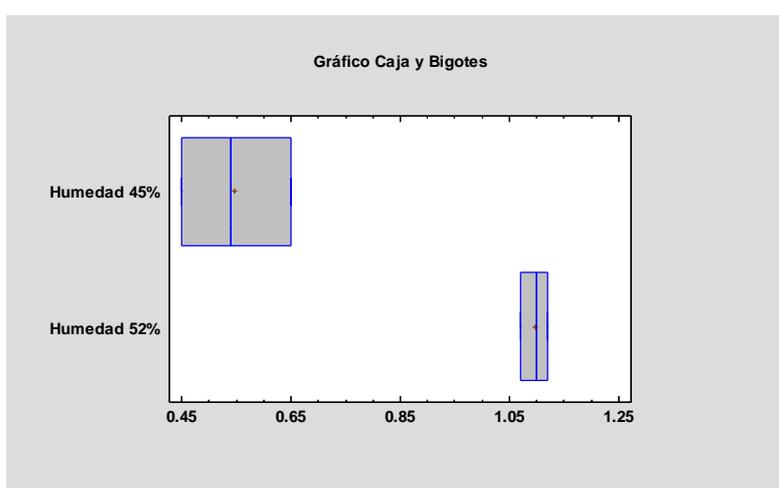
Muestra 2: 3 valores en el rango de 1.07 a 1.12



Esta gráfica despliega dos histogramas, uno para cada muestra, con el histograma de la segunda muestra invertido debajo del de la primera. Puede usar esta gráfica para visualizar las formas de las dos distribuciones.

Resumen Estadístico

	<i>Humedad 45%</i>	<i>Humedad 52%</i>
Recuento	3	3
Promedio	0.546667	1.09667
Desviación Estándar	0.100167	0.0251661
Coefficiente de Variación	18.3231%	2.29478%
Mínimo	0.45	1.07
Máximo	0.65	1.12
Rango	0.2	0.05
Sesgo Estandarizado	0.210841	-0.41407
Curtosis Estandarizada		



Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Humedad 45%: 0.546667 +/- 0.248827
[0.297839;
0.795494]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Humedad 52%: 1.09667 +/- 0.0625161
[1.03415;
1.15918]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: -0.55 +/- 0.165556 [-0.715556; -0.384444]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.: $\text{media1} \neq \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales: $t = -9.22378$ valor-P = 0.000767756

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

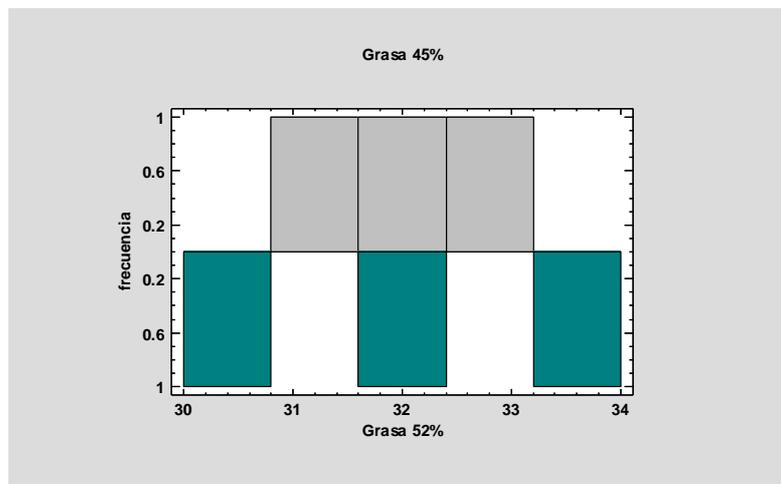
Comparación de Dos Muestras - Grasa 45% & Grasa 52%

Muestra 1: Grasa 45%

Muestra 2: Grasa 52%

Muestra 1: 3 valores en el rango de 30.86 a 33.13

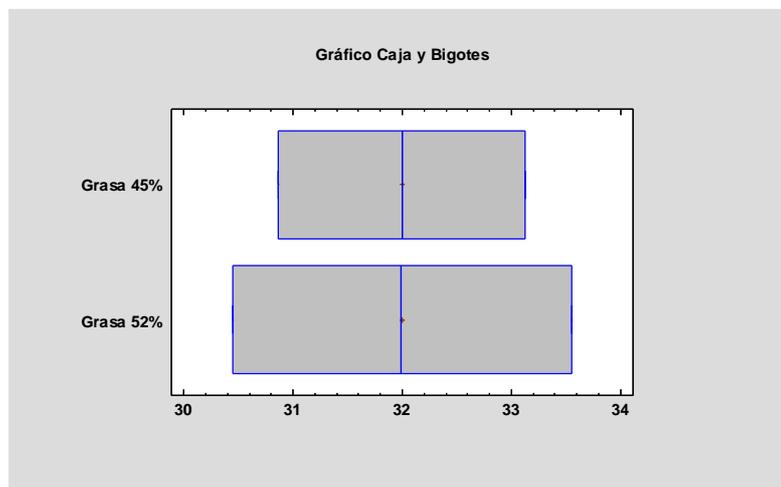
Muestra 2: 3 valores en el rango de 30.45 a 33.55



Esta gráfica despliega dos histogramas, uno para cada muestra, con el histograma de la segunda muestra invertido debajo del de la primera. Puede usar esta gráfica para visualizar las formas de las dos distribuciones.

Resumen Estadístico

	<i>Grasa 45%</i>	<i>Grasa 52%</i>
Recuento	3	3
Promedio	31.9967	31.9967
Desviación Estándar	1.135	1.55001
Coefficiente de Variación	3.54726%	4.84429%
Mínimo	30.86	30.45
Máximo	33.13	33.55
Rango	2.27	3.1
Sesgo Estandarizado	-0.00934491	0.0136856
Curtosis Estandarizada		



Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Grasa 45%: 31.9967 +/- 2.81951 [29.1772; 34.8162]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Grasa 52%: 31.9967 +/- 3.85044 [28.1462; 35.8471]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 0 +/- 3.07956 [-3.07956; 3.07956]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 0$ valor-P = 1.0

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

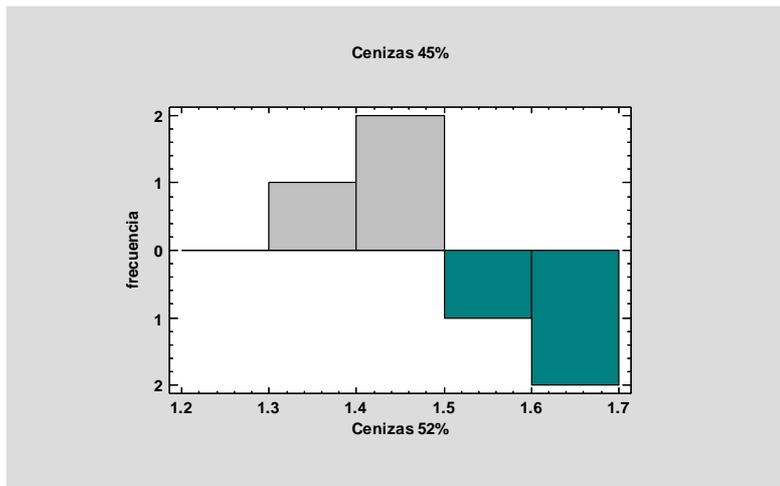
Comparación de Dos Muestras - Cenizas 45% & Cenizas 52%

Muestra 1: Cenizas 45%

Muestra 2: Cenizas 52%

Muestra 1: 3 valores en el rango de 1.31 a 1.48

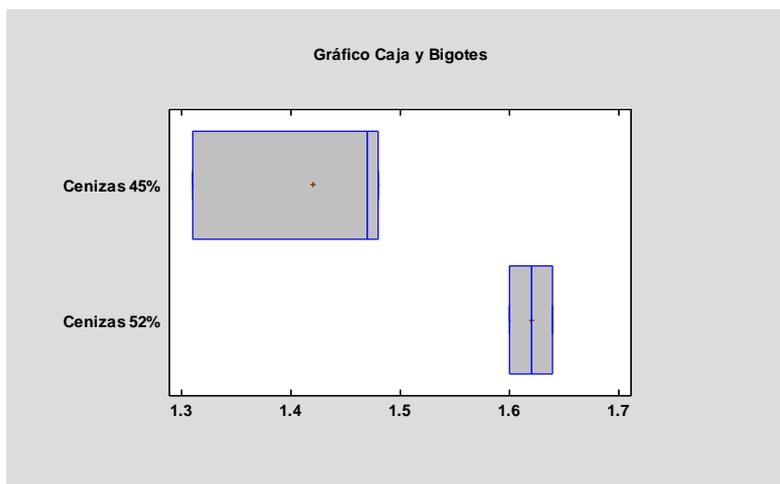
Muestra 2: 3 valores en el rango de 1.6 a 1.64



Esta gráfica despliega dos histogramas, uno para cada muestra, con el histograma de la segunda muestra invertido debajo del de la primera. Puede usar esta gráfica para visualizar las formas de las dos distribuciones.

Resumen Estadístico

	<i>Cenizas 45%</i>	<i>Cenizas 52%</i>
Recuento	3	3
Promedio	1.42	1.62
Desviación Estándar	0.0953939	0.02
Coefficiente de Variación	6.71788%	1.23457%
Mínimo	1.31	1.6
Máximo	1.48	1.64
Rango	0.17	0.04
Sesgo Estandarizado	-1.20962	0
Curtosis Estandarizada		



Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Cenizas 45%: 1.42 +/- 0.236972
[1.18303; 1.65697]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Cenizas 52%: 1.62 +/- 0.0496828
[1.57032; 1.66968]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: -0.2 +/- 0.15624 [-0.35624; -0.0437602]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = -3.55409$ valor-P = 0.023711

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

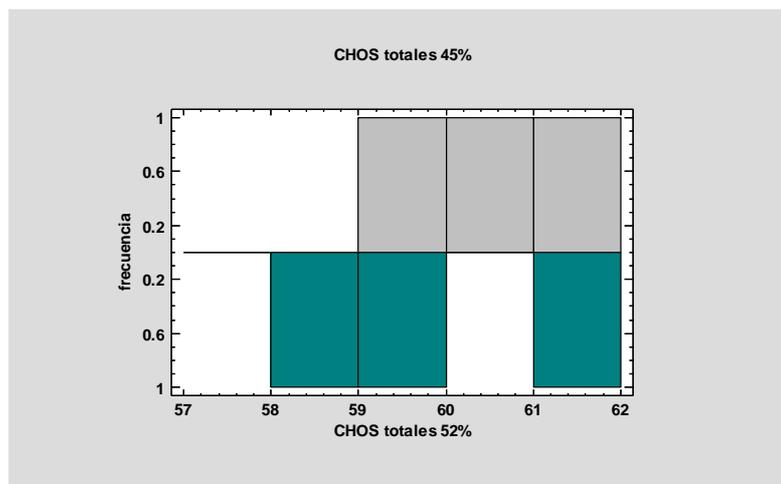
Comparación de Dos Muestras - CHOS totales 45% & CHOS totales 52%

Muestra 1: CHOS totales 45%

Muestra 2: CHOS totales 52%

Muestra 1: 3 valores en el rango de 59.26 a 61.34

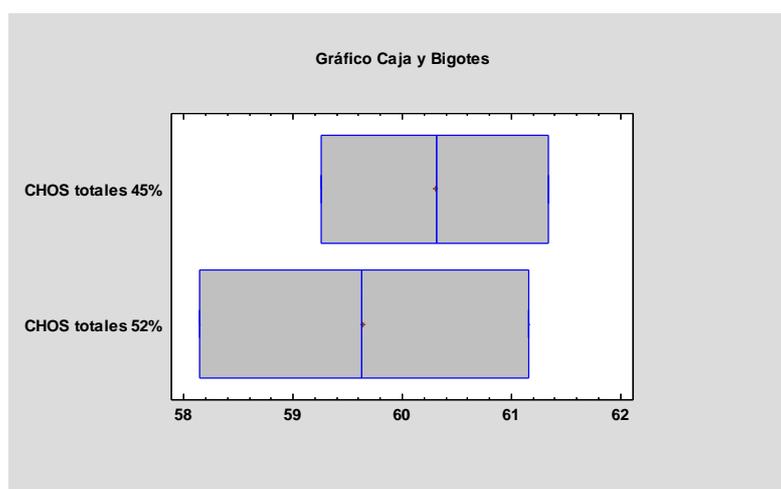
Muestra 2: 3 valores en el rango de 58.14 a 61.16



Esta gráfica despliega dos histogramas, uno para cada muestra, con el histograma de la segunda muestra invertido debajo del de la primera. Puede usar esta gráfica para visualizar las formas de las dos distribuciones.

Resumen Estadístico

	<i>CHOS totales 45%</i>	<i>CHOS totales 52%</i>
Recuento	3	3
Promedio	60.3033	59.6417
Desviación Estándar	1.04002	1.51007
Coefficiente de Variación	1.72464%	2.5319%
Mínimo	59.26	58.14
Máximo	61.34	61.16
Rango	2.08	3.02
Sesgo Estandarizado	-0.0203962	0.0351153
Curtosis Estandarizada		



Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CHOS totales 45%: 60.3033 +/- 2.58354
[57.7198;
62.8869]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de CHOS totales 52%: 59.6417 +/- 3.75122
[55.8904;
63.3929]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias
suponiendo varianzas iguales: 0.661667 +/- 2.93917 [-2.2775; 3.60084]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media1 = media2

Hipótesis Alt.: media1 \neq media2

suponiendo varianzas iguales: t = 0.625036 valor-P = 0.565835

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

ANEXO 3: VALORES DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES DE EMPAQUES USADOS PARA LOS CHOCOLATES A Y B (45 Y 52 POR CIENTO)

Papel Manteca

MUESTRA	ESPEJOR (mm)	ÁREA (m ²)	PESO (g)	GRAMAJE (g/m ²)
1	0,049	0,1	0,3550	3,55
2	0,047	0,1	0,3577	3,58
3	0,049	0,1	0,3607	3,61
4	0,048	0,1	0,3684	3,68
5	0,046	0,1	0,3530	3,53
6	0,048	0,1	0,3487	3,49
7	0,052	0,1	0,3596	3,60
8	0,050	0,1	0,3615	3,62
9	0,050	0,1	0,3570	3,57
10	0,051	0,1	0,3606	3,61

Papel Aluminio

MUESTRA	ESPEJOR (mm)	ÁREA (m ²)	PESO (g)	GRAMAJE (g/m ²)
1	0,058	0,1	0,1575	1,575
2	0,053	0,1	0,1602	1,602
3	0,050	0,1	0,1569	1,569
4	0,045	0,1	0,1586	1,586
5	0,065	0,1	0,1587	1,587
6	0,041	0,1	0,1556	1,556
7	0,047	0,1	0,1580	1,580
8	0,056	0,1	0,1585	1,585
9	0,035	0,1	0,1597	1,597
10	0,030	0,1	0,1568	1,568

... Continuación Anexo 3

Polipropileno

MUESTRA	ESPESOR (mm)	ÁREA (m ²)	PESO (g)	GRAMAJE (g/m ²)
1	0,024	0,1	0,1855	1,855
2	0,022	0,1	0,1882	1,882
3	0,023	0,1	0,1999	1,999
4	0,019	0,1	0,1892	1,892
5	0,022	0,1	0,1838	1,838
6	0,021	0,1	0,1837	1,837
7	0,022	0,1	0,214	2,14
8	0,017	0,1	0,1833	1,833
9	0,025	0,1	0,2135	2,135
10	0,023	0,1	0,2045	2,045

Laminado

MUESTRA	ESPESOR (mm)	ÁREA (m ²)	PESO (g)	GRAMAJE (g/m ²)
1	0,063	0,1	0,768	7,684
2	0,066	0,1	0,593	5,933
3	0,062	0,1	0,571	5,706
4	0,062	0,1	0,565	5,652
5	0,063	0,1	0,758	7,578
6	0,066	0,1	0,785	7,850
7	0,060	0,1	0,602	6,020
8	0,064	0,1	0,767	7,672
9	0,064	0,1	0,598	5,983
10	0,067	0,1	0,583	5,827

ANEXO 4: DATOS DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA CADA TIPO DE EMPAQUE DE LOS CHOCOLATES A Y B EN EL TIEMPO

Día cero

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) Promedio
A	45% 3/16	59.2787	5.0567	64.2946	0.0408	0.81	0.75	0.81	0.76
	45% 10/74	86.9072	5.0452	91.9140	0.0384	0.76		0.77	
	45% 3.30/40	59.0771	5.1384	64.1805	0.0350	0.68		0.69	
B	52% 21/30	67.2778	5.1396	72.3769	0.0405	0.79	0.84	0.79	0.85
	52% 31/56	59.7939	5.1104	64.8612	0.0431	0.84		0.85	
	52% 28/43	58.0170	5.1083	63.0796	0.0457	0.89		0.90	

Día 15

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) promedio
A	45%PM 29/30	82.5166	4.9497	87.3976	0.0687	1.39	1.45	1.41	1.47
	45%PM 32/1	66.2417	5.1548	71.3228	0.0737	1.43		1.45	
	45%PM 20.37/48	80.1343	5.0994	85.1561	0.0776	1.52		1.55	
	45%PA 36/27	59.6122	5.2436	64.8074	0.0484	0.92	0.94	0.93	0.95
	45%PA44.6/54.4	90.6464	4.5252	95.1292	0.0424	0.94		0.95	
	45%PA 1/47	81.66	5.1652	86.7751	0.0501	0.97		0.98	
	45%PP 39/59.10	80.5236	5.0643	85.5523	0.0356	0.70	0.73	0.71	0.74
	45%PP 12/7.3A	58.7113	5.1698	63.8405	0.0406	0.79		0.79	
	45%PP 8.A/25	69.3164	5.0859	74.3659	0.0364	0.72		0.72	
	45%LM 53/22.4b	72.5528	5.122	77.6344	0.0404	0.79	0.80	0.80	0.81
	45%LM 59/53	68.1426	5.1278	73.2289	0.0415	0.81		0.82	
	45%LM 25/36	62.2926	5.1612	67.4126	0.0412	0.80		0.80	
B	52%PM 46/46	80.2742	5.0987	85.27	0.1029	2.02	2.00	2.06	2.05
	52%PM 42/10.1	60.6427	5.0958	65.6348	0.1037	2.04		2.08	
	52%PM 11/24.38	70.3557	5.0885	75.3445	0.0997	1.96		2.00	
	52%PA 10/21	60.3759	5.2195	65.5218	0.0736	1.41	1.41	1.43	1.43
	52%PA 10/31	95.5386	5.177	100.638	0.0776	1.50		1.52	
	52%PA 16/22	65.3136	5.0375	70.2844	0.0667	1.32		1.34	
	52%PP 30/33	58.6794	5.0585	63.6893	0.0486	0.96	1.00	0.97	1.01
	52%PP 10.3A/35	59.2737	5.0485	64.271	0.0512	1.01		1.02	
	52%PP 10/43	72.31	5.015	77.2734	0.0516	1.03		1.04	
	52%LM 4A/42	59.3506	5.1694	64.4607	0.0593	1.15	1.03	1.16	1.04
	52%LM 18/49	71.4007	5.0408	76.3905	0.0510	1.01		1.02	
52%LM 2A/23	64.6212	5.0618	69.6353	0.0477	0.94	0.95			

Día 30

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) promedio
A	45% PM 20/40.1b	82.225	5.0946	87.1912	0.1284	2.52	2.62	2.59	2.69
	45%PM 26/51	66.0084	5.0431	70.9311	0.1204	2.39		2.45	
	45%PM 6/26	61.7653	5.0258	66.6433	0.1478	2.94		3.03	
	45%PA 20A/16	104.7716	5.0523	109.77	0.0539	1.07	0.97	1.08	0.98
	45%PA 18/13	72.8211	5.153	77.9215	0.0526	1.02		1.03	
	45%PA 4/18	60.1640	5.1286	65.2500	0.0426	0.83		0.84	
	45%PP 60/57	59.4631	5.0792	64.5100	0.0323	0.64	0.74	0.64	0.75
	45%PP 10/47	93.9582	5.0552	98.9726	0.0408	0.81		0.81	
	45%PP 44/14	82.1103	5.0246	87.0955	0.0394	0.78		0.79	
	45%LM 57/31	81.3777	5.0928	86.4499	0.0206	0.40	0.49	0.41	0.49
	45%LM 39/53	77.5645	5.0578	82.5925	0.0298	0.59		0.59	
45%LM 14/32	81.6330	5.1109	86.7199	0.0240	0.47	0.47			
B	52%PM 42/42	59.8600	3.8723	63.5955	0.1368	3.53	3.64	3.66	3.78
	52%PM 10/59.10	81.3493	4.0957	85.2916	0.1534	3.75		3.89	
	52%PM 50/4	59.0671	4.3086	63.2016	0.1741	4.04		4.21	
	52%PA E/37.3	87.2588	3.8075	90.9799	0.0864	2.27	2.35	2.32	2.40
	52%PA 8/60	66.3680	3.2725	69.5612	0.0793	2.42		2.48	
	52%PA 37/52	79.8880	3.4151	83.2309	0.0722	2.11		2.16	
	52%PP 34/22	76.7872	3.0088	79.7566	0.0394	1.31	1.20	1.33	1.21
	52%PP 38/48	80.3634	3.2619	83.5899	0.0354	1.09		1.10	
	52%PP 3/35	72.9996	3.1453	76.0998	0.0451	1.43		1.45	
	52%LM 8/64	66.8426	3.1551	69.9588	0.0389	1.23	1.16	1.25	1.17
	52%LM 10/65	79.1915	3.3261	82.4815	0.0361	1.09		1.10	
52%LM 61/10	77.3866	3.0546	80.4006	0.0406	1.33	1.35			

Día 45

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) promedio
A	45%PM 21/30	81.9228	5.0695	86.7497	0.2426	4.79	4.92	5.03	5.18
	45%PM 20/73	82.6213	5.0900	87.4326	0.2787	5.48		5.79	
	45%PM 18/5	58.7211	3.504	62.0671	0.1580	4.51		4.72	
	45%PA 18/36	72.0024	5.0210	76.9691	0.0543	1.08	1.20	1.09	1.21
	45%PA 18/8	72.2057	5.1563	77.2851	0.0769	1.49		1.51	
	45%PA 14/31	95.0877	5.0394	100.0754	0.0517	1.03		1.04	
	45%PP 19/22	78.6475	5.0158	83.6306	0.0327	0.65	0.63	0.66	0.64
	45%PP 8/10	69.8339	5.1173	74.9167	0.0345	0.67		0.68	
	45%PP 54/11	66.9573	5.0878	72.0158	0.0293	0.58		0.58	
	45%LM 27/1	77.8037	5.1217	82.8943	0.0311	0.61	0.57	0.61	0.57
	45%LM A/24	73.1532	5.0040	78.1268	0.0304	0.61		0.61	
	45%LM 22/48	74.6368	5.0752	79.687	0.0250	0.49		0.50	
B	52%PM 60/2	76.4671	5.1661	81.4656	0.1676	3.24	3.43	3.35	3.56
	52%PM 42/33	57.8684	5.1796	62.8603	0.1877	3.62		3.76	
	52%PM 13/20	78.0679	5.1294	82.9676	0.2297	4.48		4.69	
	52%PA 25/51	68.7218	5.0818	73.7160	0.0876	1.72	1.99	1.75	2.03
	52%PA 38/18	65.8467	5.1795	70.9098	0.1164	2.25		2.30	
	52%PA 19/46	66.1283	5.0853	71.1173	0.0963	1.89		1.93	
	52%PP 53/47	94.0545	5.0018	99.0176	0.0387	0.77	0.77	0.78	0.78
	52%PP 17/49	88.3758	5.1057	93.4423	0.0392	0.77		0.77	
	52%PP 23/62	87.9098	5.1079	92.9859	0.0318	0.62		0.63	
	52%LM 12/21	58.7647	5.1178	63.8462	0.0363	0.71	0.79	0.71	0.79
	52%LM 19/27	73.1824	5.0083	78.1475	0.0432	0.86		0.87	
	52%LM 42/6	74.5849	5.1114	79.6567	0.0396	0.77		0.78	

Día 60

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) promedio
A	45%PM 45/21	78.3744	5.0338	83.0822	0.3260	6.48	8.03	6.92	8.75
	45%PM 18/61	102.9873	5.1056	107.6242	0.4687	9.18		10.11	
	45%PM 8/10	61.5861	5.0370	66.1983	0.4248	8.43		9.21	
	45%PA 44/46	82.3969	5.0548	87.3383	0.1134	2.24	2.63	2.29	2.70
	45%PA 21/33	59.5033	5.0251	64.3809	0.1475	2.94		3.02	
	45%PA 60.13/2	76.4651	5.0085	81.3384	0.1352	2.70		2.77	
	45%PP A/30	91.6228	5.0888	96.6493	0.0623	1.22	1.12	1.24	1.13
	45%PP 101/1	66.4432	5.0324	71.4226	0.0530	1.05		1.06	
	45%PP 45/6	97.3892	5.0131	102.3487	0.0536	1.07		1.08	
	45%LM 11.26/8	72.7296	5.0668	77.7356	0.0608	1.20	1.17	1.21	1.19
	45%LM 3/22	78.5917	5.0597	83.5901	0.0613	1.21		1.23	
	45%LM 4/35	60.2536	5.0199	65.218	0.0555	1.11		1.12	
B	52%PM 20/36	57.9627	5.0132	62.6696	0.3063	6.11	6.42	6.51	6.86
	52%PM 19/7.3 ^a	73.5495	5.0336	78.2444	0.3387	6.73		7.21	
	52%PM 149/4B	60.5178	5.0579	65.1807	0.3950	7.81		8.47	
	52%PA 27/49	69.8454	5.0015	74.6615	0.1854	3.71	3.57	3.85	3.70
	52%PA 19/65	95.2048	5.0413	100.0733	0.1728	3.43		3.55	
	52%PA 41/42	73.3474	5.0623	78.199	0.2107	4.16		4.34	
	52%PP 22/41	62.9799	5.0103	67.9163	0.0739	1.47	1.50	1.50	1.53
	52%PP 50/5	57.8113	5.0008	62.7355	0.0766	1.53		1.56	
	52%PP 10/44	82.0745	5.0366	87.0380	0.0731	1.45		1.47	
	52%LM 3A/26	59.1212	5.0336	64.0747	0.0801	1.59	1.52	1.62	1.54
	52%LM 23/11	78.4458	5.0065	83.3798	0.0725	1.45		1.47	
	52%LM 26/18	59.4519	5.0807	64.4568	0.0758	1.49		1.51	

Día 75

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) promedio
A	45% PM 5/31	79.9339	5.0181	84.0951	0.8569	17.08	15.50	20.59	18.38
	45% PM 18/32	79.5110	4.2143	83.0518	0.6735	15.98		19.02	
	45% PM 9.64/64	80.178	5.0968	84.5895	0.6853	13.45		15.53	
	45% PA 42/40	59.7150	5.0883	64.5480	0.2553	5.02	4.56	5.28	4.78
	45% PA 13/13	50.7270	5.0550	55.5428	0.2392	4.73		4.97	
	45% PA 74/60	64.7288	5.0231	69.5539	0.1980	3.94		4.10	
	45% PP 52/52	84.5605	4.8172	89.3082	0.0695	1.44	1.43	1.46	1.45
	45% PP 6/6	71.3621	5.0045	76.2975	0.0691	1.38		1.40	
	45% PP 14/28	75.1794	5.0584	80.1632	0.0746	1.47		1.50	
	45% LM 17/17	77.7668	5.0141	82.6923	0.0886	1.77	1.55	1.80	1.57
	45% LM 51/14	80.7868	5.0968	85.8108	0.0728	1.43		1.45	
	45% LM 34/34	71.2701	5.0449	76.2421	0.0729	1.45		1.47	
B	52% PM 57/57	60.1226	5.102	64.7892	0.4354	8.53	8.66	9.33	9.48
	52% PM 27/35	70.4100	5.0782	75.0423	0.4459	8.78		9.63	
	52% PM 53/20	65.2182	5.0213	69.7529	0.4866	9.69		10.73	
	52% PA 20/62	81.4884	5.0241	86.2426	0.2699	5.37	6.43	5.68	6.88
	52% PA 36/10	60.2682	5.0879	64.9752	0.3809	7.49		8.09	
	52% PA 22/16	91.8312	5.0710	96.5781	0.3241	6.39		6.83	
	52% PP 4.3/4	69.9404	5.0885	74.9396	0.0893	1.75	1.61	1.79	1.64
	52% PP 19/48.7	86.4731	5.1193	91.5169	0.0755	1.47		1.50	
	52% PP 44.6/33	75.6162	5.0713	80.6009	0.0866	1.71		1.74	
	52% LM 12/12	71.2432	5.0513	76.1996	0.0949	1.88	1.81	1.91	1.84
	52% LM 11/24	70.3546	5.0534	75.3200	0.0880	1.74		1.77	
	52% LM 8.7/46	75.9893	5.0226	80.9222	0.0897	1.79		1.82	

Día 90

Chocolate	Código	Peso placa (g)	Peso muestra (g)	Peso final (g)	Cantidad agua (g)	Hbh (%)	Hbh (%) promedio	Hbs (%)	Hbs (%) promedio
A	45% PM 11/34	70.4202	5.1001	74.5862	0.9341	18.32	18.43	22.42	22.60
	45% PM 19/26	73.2857	5.0453	77.4207	0.9103	18.04		22.01	
	45% PM 14/32	66.8878	3.7795	69.9517	0.7156	18.93		23.36	
	45% PA 15/11	86.8174	5.078	91.6165	0.2789	5.49	5.99	5.81	6.39
	45% PA 4/33	60.586	5.0429	65.368	0.2609	5.17		5.46	
	45% PA 8/49	60.0822	5.0014	64.7178	0.3658	7.31		7.89	
	45% PP 44/62.7	80.8028	5.0162	85.645	0.1740	3.47	2.66	3.59	2.74
	45% PP 20A/20	76.1051	5.1630	81.1234	0.1447	2.80		2.88	
	45% PP 10/4B	59.0359	5.0051	63.9553	0.0857	1.71		1.74	
	45% LM 50/30	91.0566	5.0404	96.0113	0.0857	1.70	1.63	1.73	1.66
	45% LM 6/52.5	79.7764	5.0618	84.7566	0.0816	1.61		1.64	
	45% LM 5/7	72.4716	5.0129	77.4048	0.0797	1.59		1.62	
B	52% PM 30/28	72.2914	5.0726	76.7722	0.5918	11.67	11.94	13.21	13.56
	52% PM 101/8	59.8936	5.0580	64.3339	0.6177	12.21		13.91	
	52% PM 10/10	60.1417	5.1147	64.4518	0.8046	15.73		18.67	
	52% PA 36/31	80.8369	5.0597	85.5629	0.3337	6.60	7.25	7.06	7.82
	52% PA 36/36	62.2440	5.1157	66.9555	0.4042	7.90		8.58	
	52% PA 3A/12	75.0302	5.2419	79.8677	0.4044	7.71		8.36	
	52% PP 20/10	61.7754	5.0655	66.7372	0.1037	2.05	1.96	2.09	2.00
	52% PP 14/6	74.6653	5.1798	79.7485	0.0966	1.86		1.90	
	52% PP 21/22	60.7981	5.1175	65.8164	0.0992	1.94		1.98	
	52% LM 74/41	58.8800	5.0943	63.8760	0.0983	1.93	1.94	1.97	1.98
	52% LM 6/6	83.5329	5.2249	88.6556	0.1022	1.96		2.00	
	52% LM 46/42	64.7645	5.0446	69.7196	0.0895	1.77		1.81	

ANEXO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CINÉTICA DE GANANCIA DE HUMEDAD DE CHOCOLATE A Y B EN DIFERENTES EMPAQUES (DÍA CERO)

CHOCOLATE A (45 POR CIENTO)

Regresión Simple - Humedad (%) PM vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) PM (PM = Papel Manteca)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	0.407921	0.137558	2.96546	0.0079
Pendiente	0.000393282	0.0000339126	11.5969	0.0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	25.6518	1	25.6518	134.49	0.0000
Residuo	3.62396	19	0.190735		
Total (Corr.)	29.2757	20			

Coefficiente de Correlación = 0.936062

R-cuadrada = 87.6213 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 86.9698 por ciento

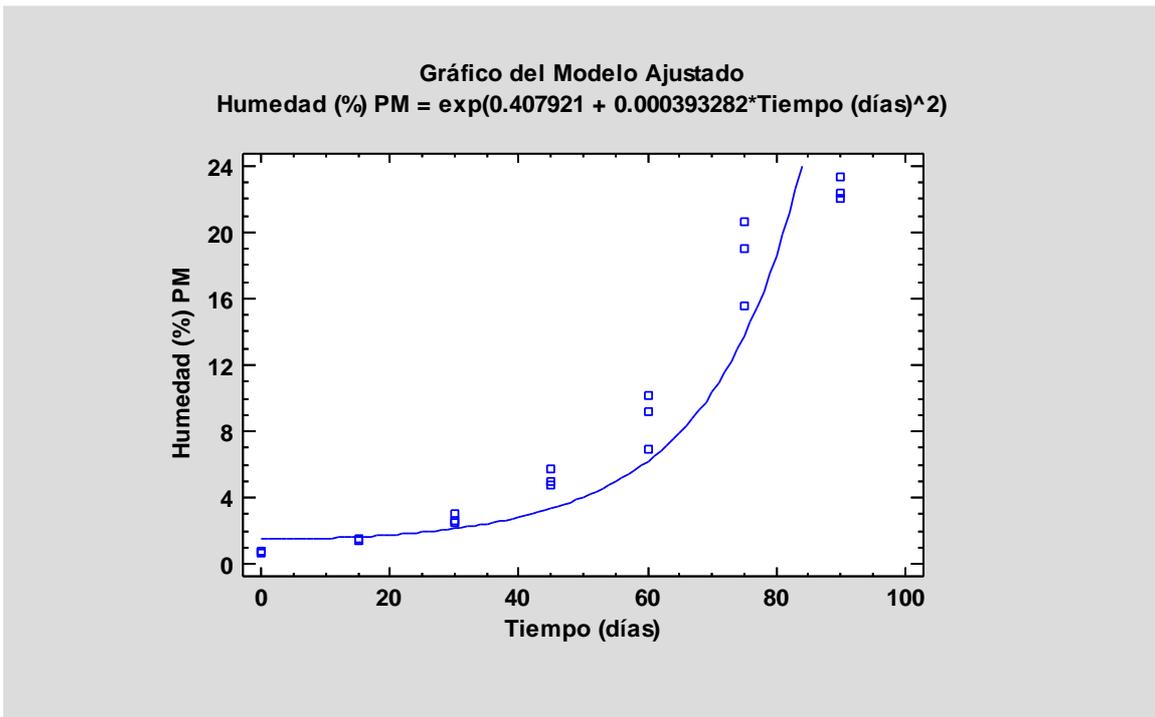
Error estándar del est. = 0.436732

Error absoluto medio = 0.364836

Estadístico Durbin-Watson = 0.335163 (P=0.0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.752601

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.



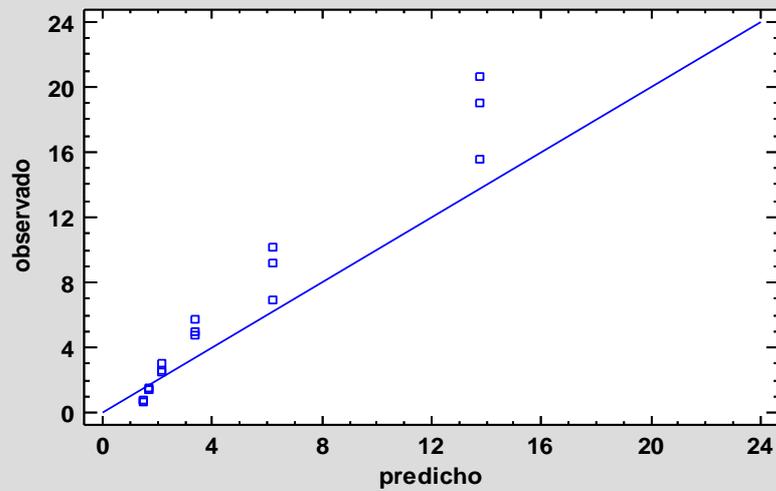
La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\% PM)} = \exp(0.407921 + 0.000393282 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	25.6518	1	25.6518	134.49	0.0000
Residuo	3.62396	19	0.190735		
Carencia de Ajuste	3.43743	5	0.687486	51.60	0.0000
Error Puro	0.186529	14	0.0133235		
Total (Corr.)	29.2757	20			

Gráfico de Humedad (%) PM



Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Exponencial	0.9925	98.51%
Cuadrado de X	0.9821	96.46%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.9812	96.27%
Raíz Cuadrada de Y	0.9764	95.34%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.9616	92.46%
Cuadrado Doble	0.9464	89.56%
Log-Y Cuadrado-X	0.9361	87.62%
Lineal	0.9313	86.74%
Raíz Cuadrada Doble	0.8887	78.97%
Cuadrado de Y	0.8491	72.09%
Raíz Cuadrada de X	0.8090	65.45%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.7262	52.73%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.7018	49.25%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multiplicativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Regresión Simple - Humedad (%) PA vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) PA (PA = Papel Aluminio)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-0.204507	0.0643135	-3.17984	0.0049
Pendiente	0.000275632	0.0000158554	17.3841	0.0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	12.6	1	12.6	302.21	0.0000
Residuo	0.79217	19	0.0416931		
Total (Corr.)	13.3921	20			

Coefficiente de Correlación = 0.969973

R-cuadrada = 94.0848 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 93.7735 por ciento

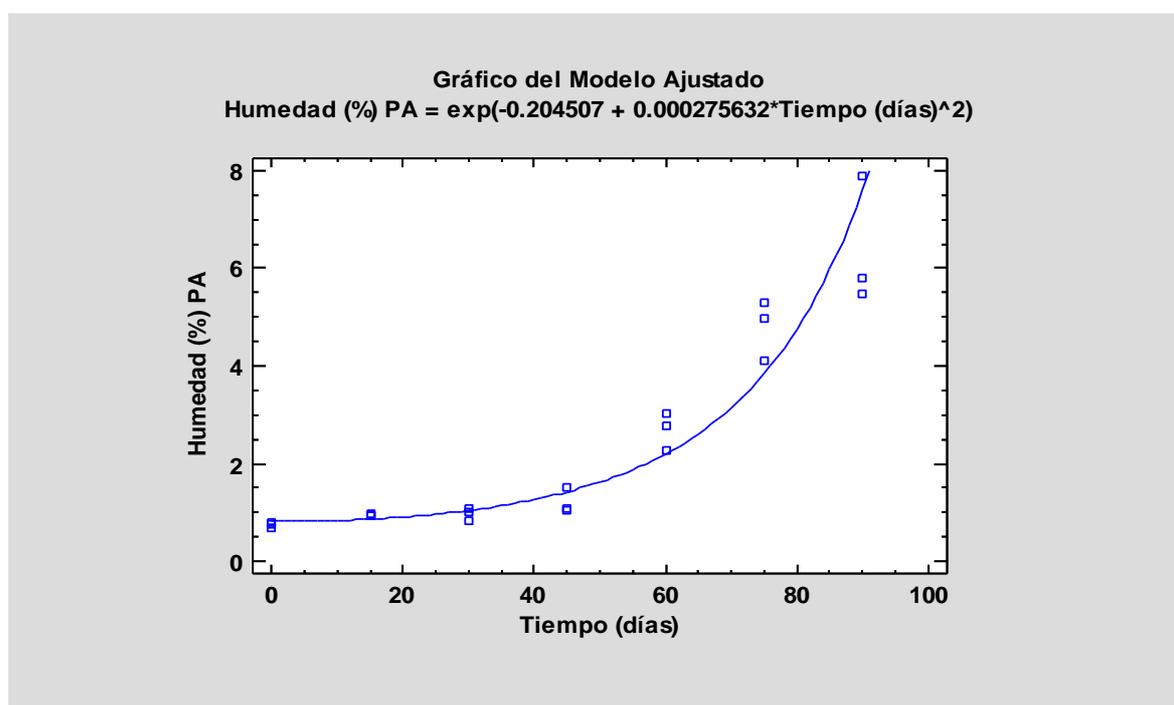
Error estándar del est. = 0.204189

Error absoluto medio = 0.156443

Estadístico Durbin-Watson = 1.11155 (P=0.0072)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.443316

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

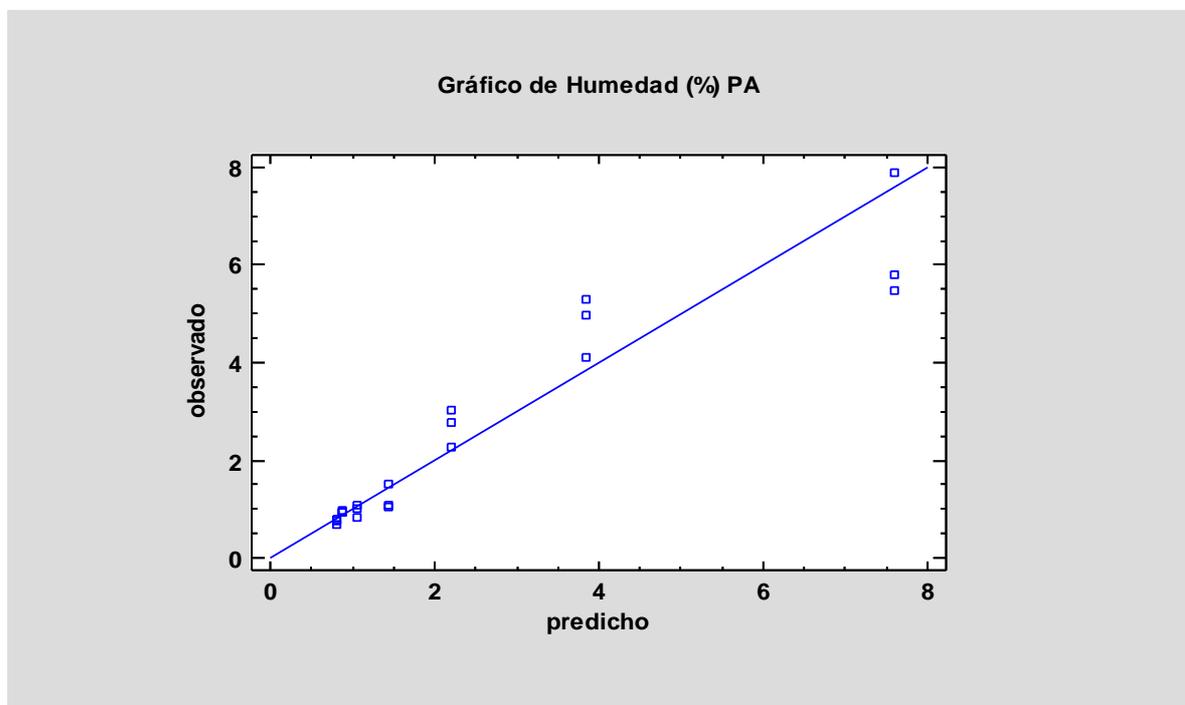


La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\%)} \text{ PA} = \exp(-0.204507 + 0.000275632 * \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	12.6	1	12.6	302.21	0.0000
Residuo	0.79217	19	0.0416931		
Carencia de Ajuste	0.506539	5	0.101308	4.97	0.0080
Error Puro	0.285631	14	0.0204022		
Total (Corr.)	13.3921	20			



Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.9732	94.70%
Log-Y Cuadrado-X	0.9700	94.08%
Cuadrado de X	0.9598	92.12%
Inversa de Y	-0.9584	91.86%
Exponencial	0.9470	89.68%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.9251	85.59%
Raíz Cuadrada de Y	0.9233	85.25%
Cuadrado Doble	0.8899	79.20%
Lineal	0.8873	78.73%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.8454	71.46%
Raíz Cuadrada Doble	0.8023	64.37%
Cuadrado de Y	0.7897	62.36%
Raíz Cuadrada de X	0.7533	56.75%

Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.6481	42.00%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multiplicativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Regresión Simple - Humedad (%) PP vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) PP (PP = Polipropileno)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-0.383914	0.0489511	-7.84281	0.0000
Pendiente	0.000115094	0.0000120681	9.53707	0.0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2.19692	1	2.19692	90.96	0.0000
Residuo	0.458922	19	0.0241538		
Total (Corr.)	2.65585	20			

Coefficiente de Correlación = 0.909507

R-cuadrada = 82.7203 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 81.8109 por ciento

Error estándar del est. = 0.155415

Error absoluto medio = 0.112297

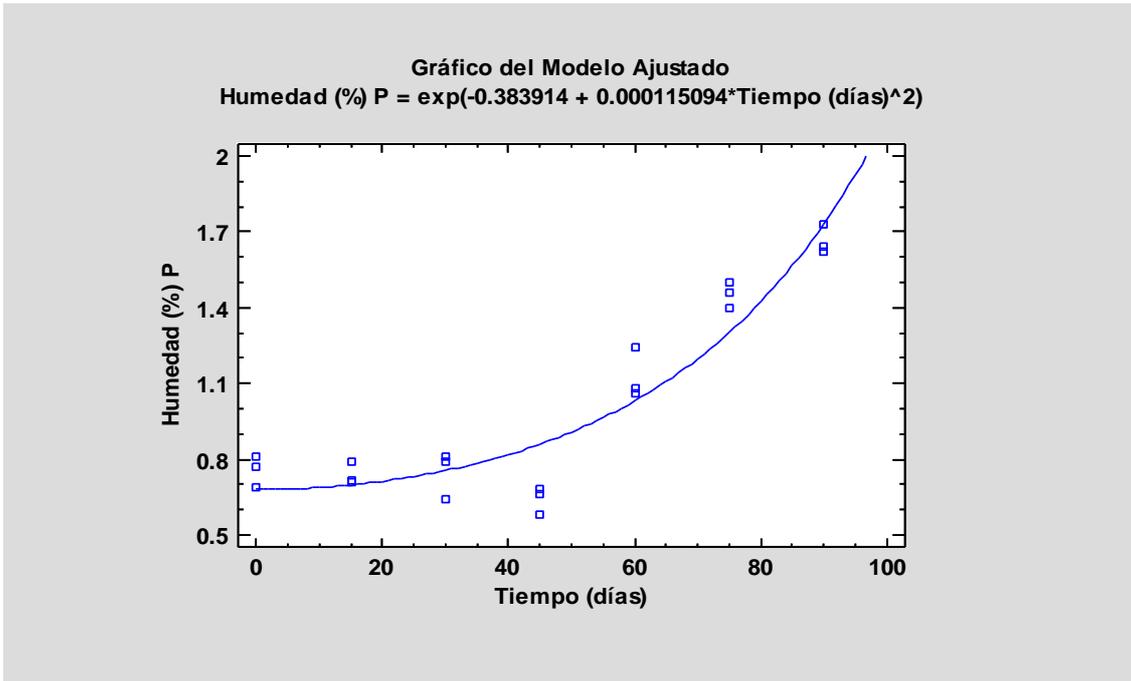
Estadístico Durbin-Watson = 1.40524 (P=0.0471)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.259963

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Humedad (\%) PP} = \exp(-0.383914 + 0.000115094 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$$



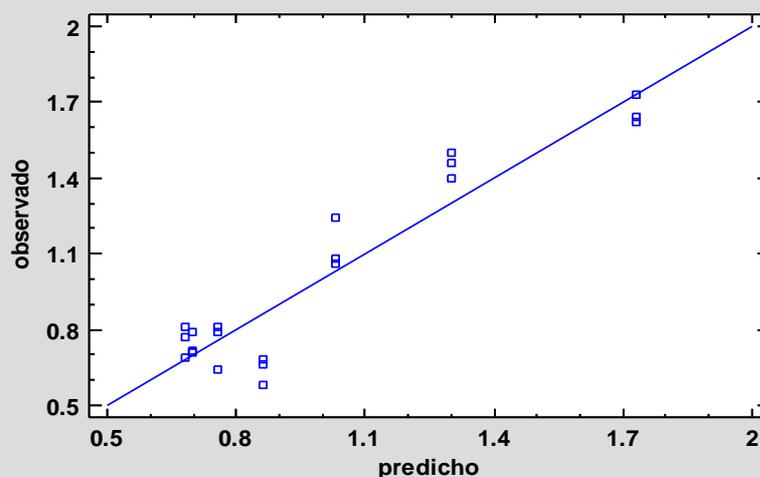
La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida es:

$$\text{Humedad (\%)} \text{ PP} = \exp(-0.383914 + 0.000115094 * \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2.19692	1	2.19692	90.96	0.0000
Residuo	0.458922	19	0.0241538		
Carencia de Ajuste	0.371435	5	0.0742869	11.89	0.0001
Error Puro	0.087487	14	0.00624907		
Total (Corr.)	2.65585	20			

Gráfico de Humedad (%) P



Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Cuadrado Doble	0.9533	90.87%
Cuadrado de X	0.9397	88.31%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.9268	85.90%
Log-Y Cuadrado-X	0.9095	82.72%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.8618	74.27%
Cuadrado de Y	0.8607	74.08%
Lineal	0.8547	73.06%
Raíz Cuadrada de Y	0.8450	71.41%
Exponencial	0.8304	68.95%
Inversa de Y	-0.7858	61.75%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.7091	50.28%
Raíz Cuadrada de X	0.7056	49.79%
Raíz Cuadrada Doble	0.6974	48.64%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.6844	46.84%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multiplicativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Regresión Simple - Humedad (%) LM vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) LM (LM = Laminado)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coeficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-0.540909	0.0936174	-5.77787	0.0000
Pendiente	0.000175183	0.0000230798	7.59031	0.0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5.0897	1	5.0897	57.61	0.0000
Residuo	1.67852	19	0.0883433		
Total (Corr.)	6.76823	20			

Coefficiente de Correlación = 0.867179

R-cuadrada = 75.1999 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 73.8947 por ciento

Error estándar del est. = 0.297226

Error absoluto medio = 0.248012

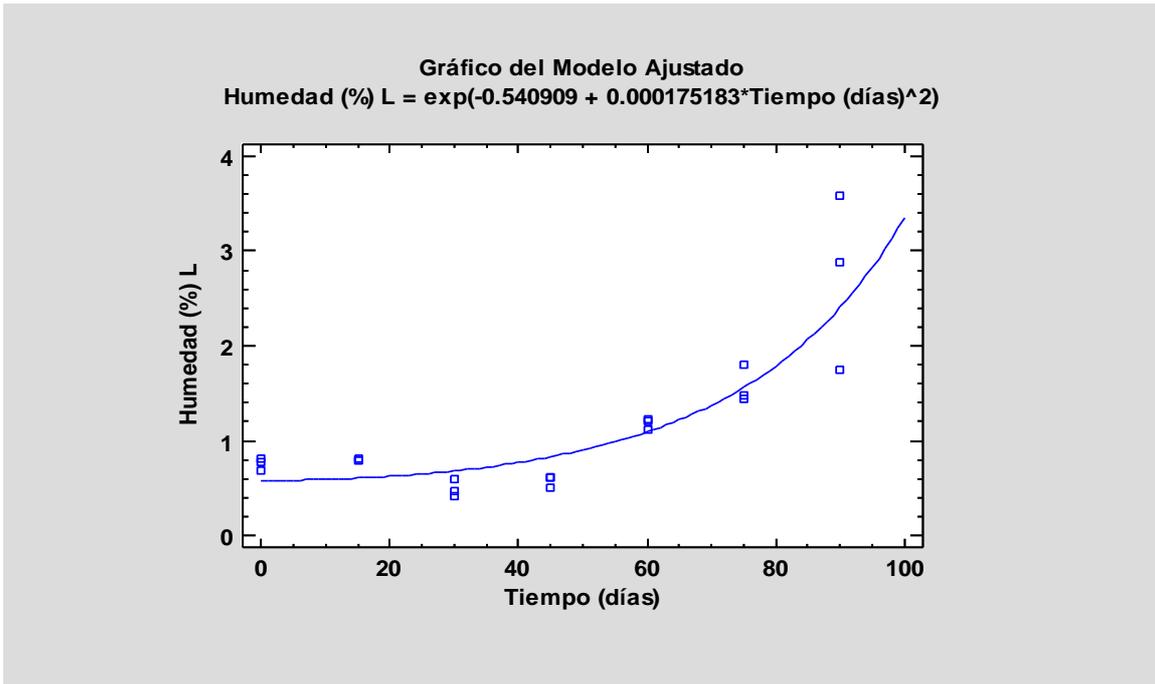
Estadístico Durbin-Watson = 1.08876 (P=0.0060)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.391836

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Humedad (\% LM)} = \exp(-0.540909 + 0.000175183 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$$

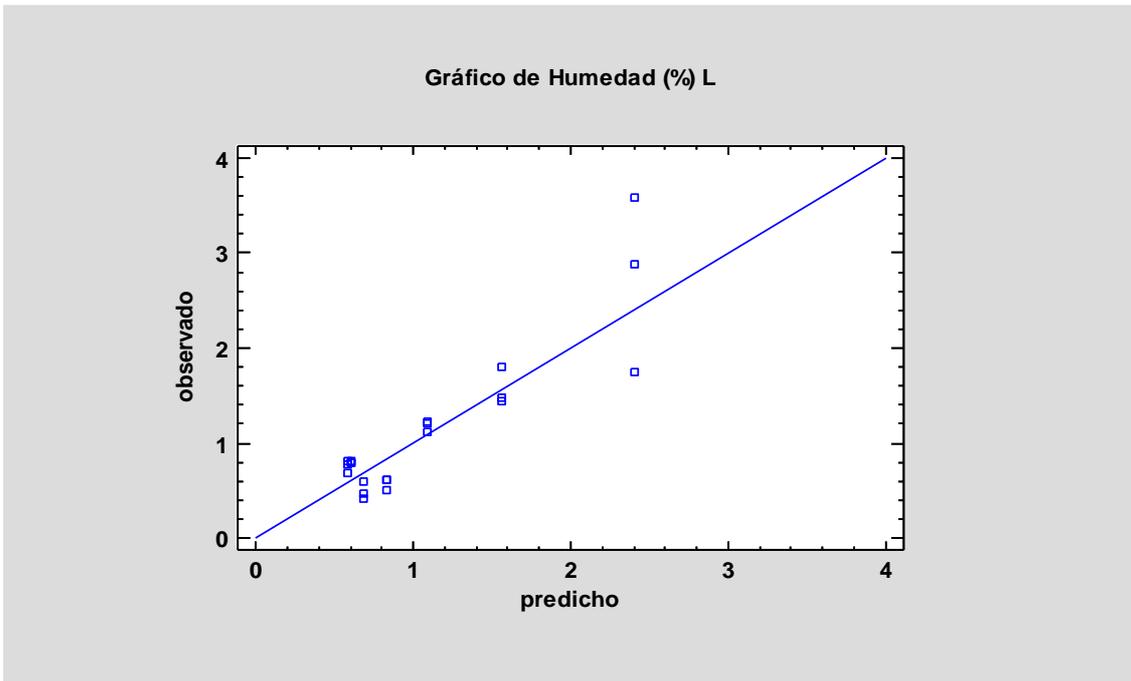


La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\%)} L = \exp(-0.540909 + 0.000175183 * \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5.0897	1	5.0897	57.61	0.0000
Residuo	1.67852	19	0.0883433		
Carencia de Ajuste	1.2607	5	0.252141	8.45	0.0007
Error Puro	0.41782	14	0.0298443		
Total (Corr.)	6.76823	20			



Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.8784	77.15%
Log-Y Cuadrado-X	0.8672	75.20%
Cuadrado de X	0.8577	73.56%
Cuadrado Doble	0.7623	58.12%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.7611	57.92%
Raíz Cuadrada de Y	0.7600	57.75%
Exponencial	0.7492	56.12%
Lineal	0.7396	54.71%
Cuadrado de Y	0.6477	41.95%
Inversa de Y	-0.6442	41.50%
Raíz Cuadrada Doble	0.5981	35.78%
Raíz Cuadrada de X	0.5858	34.31%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.5822	33.89%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.5127	26.28%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multipliativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

CHOCOLATE B (52 POR CIENTO)

Regresión Simple - Humedad (%) PM vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) PM (PM = Papel Manteca)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coeficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	0.613138	0.13241	4.63061	0.0002
Pendiente	0.000292029	0.0000326435	8.94601	0.0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	14.1436	1	14.1436	80.03	0.0000
Residuo	3.3578	19	0.176726		
Total (Corr.)	17.5014	20			

Coefficiente de Correlación = 0.898967

R-cuadrada = 80.8141 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 79.8043 por ciento

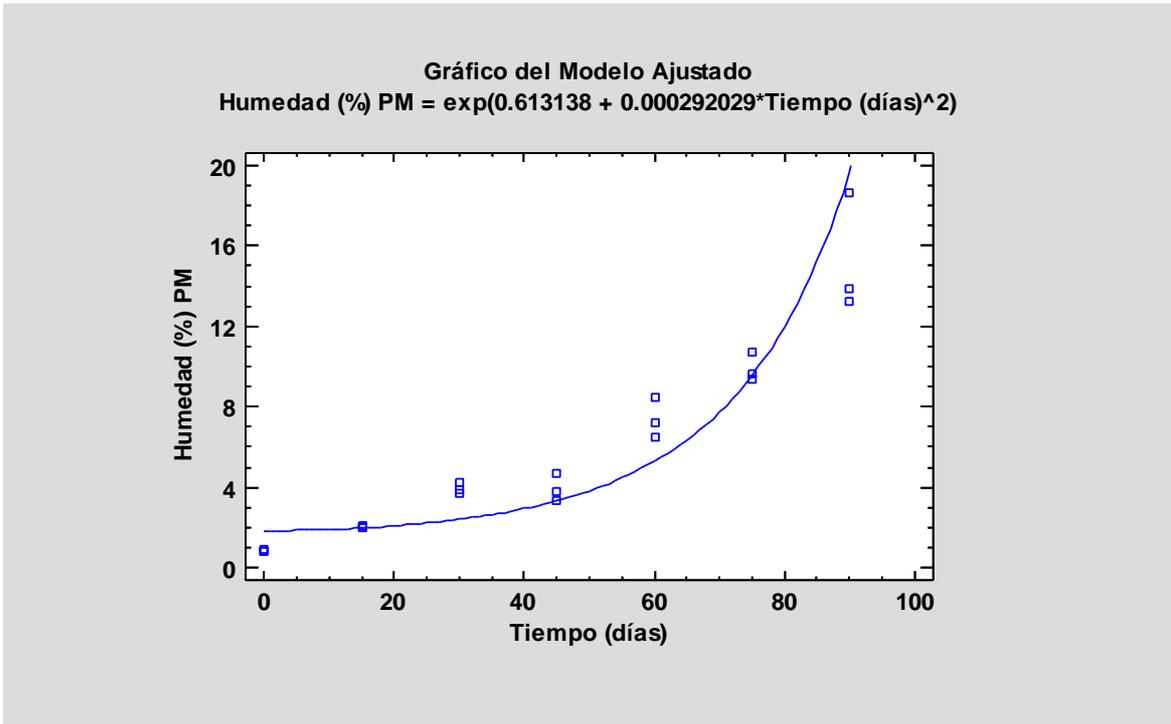
Error estándar del est. = 0.420388

Error absoluto medio = 0.301028

Estadístico Durbin-Watson = 0.53762 (P=0.0000)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.623495

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.



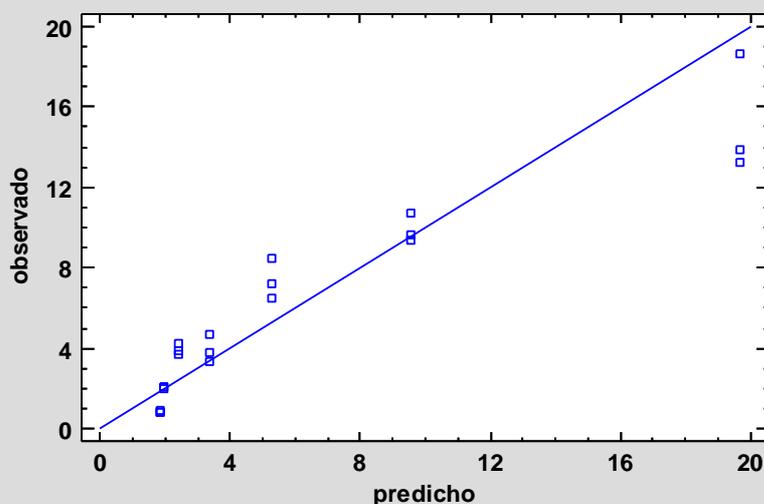
La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\%)} \text{ PM} = \exp(0.613138 + 0.000292029 * \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	14.1436	1	14.1436	80.03	0.0000
Residuo	3.3578	19	0.176726		
Carencia de Ajuste	3.16449	5	0.632898	45.84	0.0000
Error Puro	0.19331	14	0.0138078		
Total (Corr.)	17.5014	20			

Gráfico de Humedad (% PM)



Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.9784	95.72%
Raíz Cuadrada de Y	0.9745	94.97%
Exponencial	0.9720	94.49%
Cuadrado de X	0.9676	93.63%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.9611	92.36%
Lineal	0.9305	86.58%
Raíz Cuadrada Doble	0.9191	84.48%
Log-Y Cuadrado-X	0.8990	80.81%
Cuadrado Doble	0.8863	78.56%
Raíz Cuadrada de X	0.8315	69.14%
Cuadrado de Y	0.7932	62.91%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.6742	45.45%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.6611	43.71%
Inversa de Y	<sin ajuste>	
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multipliativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Regresión Simple - Humedad (%) PA vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) PA (PA = Papel Aluminio)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coeficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	0.266	0.0900472	2.954	0.0081
Pendiente	0.000254108	0.0000221997	11.4465	0.0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	10.7089	1	10.7089	131.02	0.0000
Residuo	1.55294	19	0.0817337		
Total (Corr.)	12.2618	20			

Coefficiente de Correlación = 0.934533

R-cuadrada = 87.3352 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 86.6686 por ciento

Error estándar del est. = 0.285891

Error absoluto medio = 0.230627

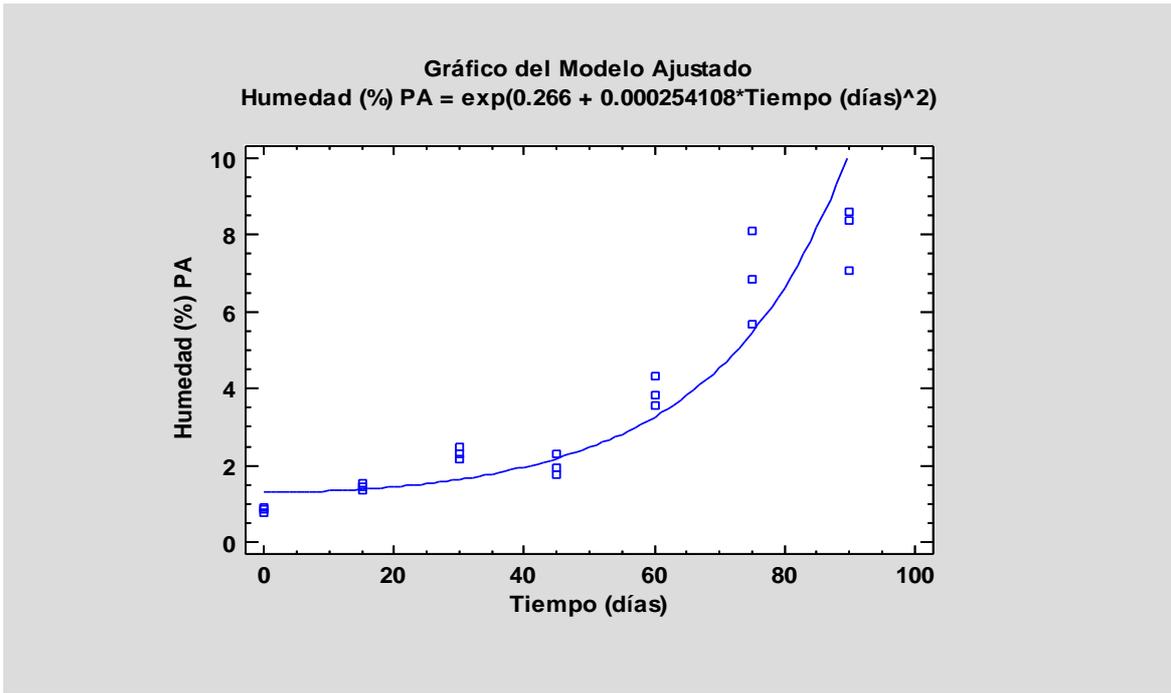
Estadístico Durbin-Watson = 0.933497 (P=0.0015)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.43922

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La ecuación del modelo ajustado es

Humedad (%) PA = $\exp(0.266 + 0.000254108 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$



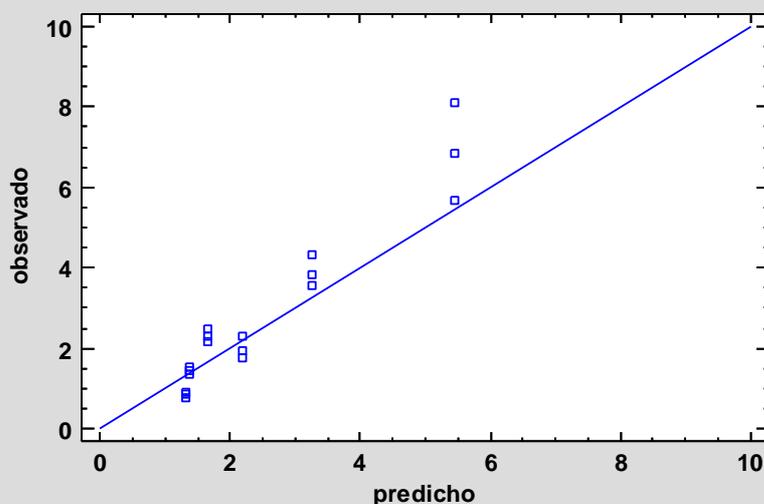
La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\%)} \text{ PA} = \exp(0.266 + 0.000254108 * \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	10.7089	1	10.7089	131.02	0.0000
Residuo	1.55294	19	0.0817337		
Carencia de Ajuste	1.38313	5	0.276625	22.81	0.0000
Error Puro	0.169815	14	0.0121296		
Total (Corr.)	12.2618	20			

Gráfico de Humedad (%) PA



Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Exponencial	0.9695	94.00%
Cuadrado de X	0.9635	92.82%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.9614	92.43%
Raíz Cuadrada de Y	0.9548	91.17%
Log-Y Cuadrado-X	0.9345	87.34%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.9339	87.22%
Cuadrado Doble	0.9317	86.80%
Lineal	0.9232	85.22%
Inversa de Y	-0.9171	84.10%
Raíz Cuadrada Doble	0.8781	77.11%
Cuadrado de Y	0.8503	72.29%
Raíz Cuadrada de X	0.8170	66.75%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.8003	64.05%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.7155	51.19%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multiplicativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Regresión Simple - Humedad (%) PP vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) PP (PP = Polipropileno)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-0.087905	0.0713434	-1.23214	0.2329
Pendiente	0.0000959323	0.0000175885	5.45425	0.0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1.5263	1	1.5263	29.75	0.0000
Residuo	0.974815	19	0.051306		
Total (Corr.)	2.50111	20			

Coefficiente de Correlación = 0.781183

R-cuadrada = 61.0247 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58.9734 por ciento

Error estándar del est. = 0.226508

Error absoluto medio = 0.160381

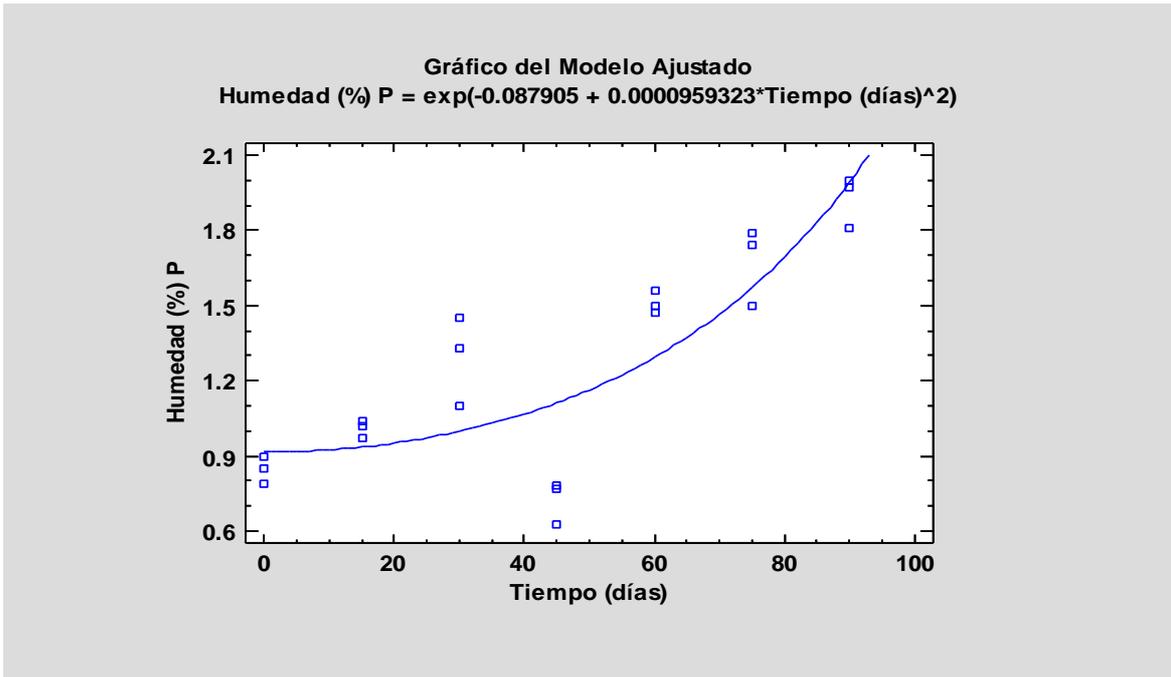
Estadístico Durbin-Watson = 1.35875 (P=0.0366)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.304709

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La ecuación del modelo ajustado es

Humedad (%) P = $\exp(-0.087905 + 0.0000959323 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$



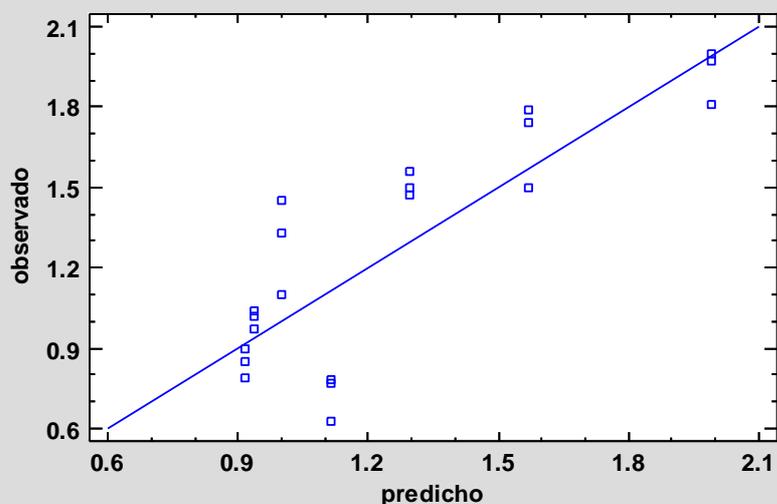
La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\%)} \text{ PP} = \exp(-0.087905 + 0.0000959323 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1.5263	1	1.5263	29.75	0.0000
Residuo	0.974815	19	0.051306		
Carencia de Ajuste	0.869424	5	0.173885	23.10	0.0000
Error Puro	0.105391	14	0.00752794		
Total (Corr.)	2.50111	20			

Gráfico de Humedad (%) P



Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Cuadrado Doble	0.8911	79.41%
Cuadrado de X	0.8475	71.82%
Cuadrado de Y	0.8411	70.75%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.8170	66.76%
Lineal	0.8102	65.64%
Raíz Cuadrada de Y	0.7849	61.60%
Log-Y Cuadrado-X	0.7812	61.02%
Exponencial	0.7529	56.69%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.7428	55.18%
Raíz Cuadrada de X	0.7282	53.02%
Raíz Cuadrada Doble	0.7112	50.59%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.6958	48.42%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.6874	47.26%
Inversa de Y	-0.6712	45.05%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multipliativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

Regresión Simple - Humedad (%) LM vs. Tiempo (días)

Variable dependiente: Humedad (%) LM (LM = Laminado)

Variable independiente: Tiempo (días)

Logarítmico-Y Cuadrado-X: $Y = \exp(a + b \cdot X^2)$

Número de observaciones: 21

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-0.0779465	0.0631762	-1.23379	0.2323
Pendiente	0.000102521	0.0000155751	6.58241	0.0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1.74316	1	1.74316	43.33	0.0000
Residuo	0.764402	19	0.0402317		
Total (Corr.)	2.50757	20			

Coefficiente de Correlación = 0.833764

R-cuadrada = 69.5162 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 67.9118 por ciento

Error estándar del est. = 0.200578

Error absoluto medio = 0.150883

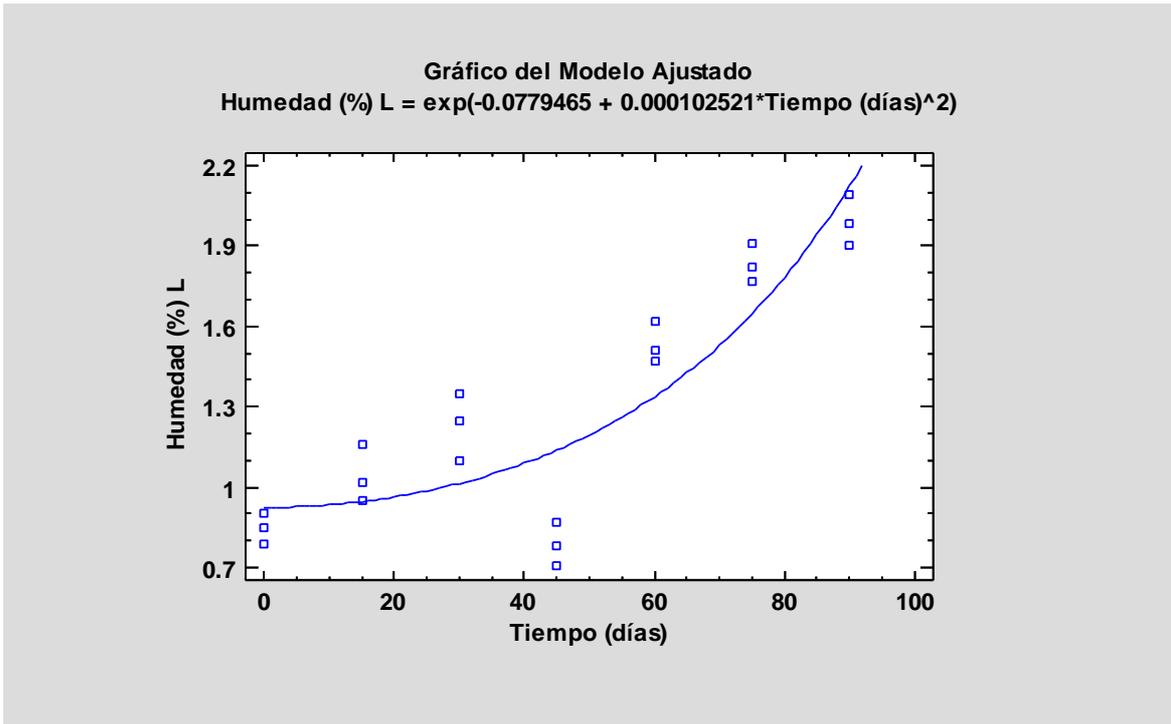
Estadístico Durbin-Watson = 1.54024 (P=0.0904)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.210447

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La ecuación del modelo ajustado es

Humedad (%) LM = $\exp(-0.0779465 + 0.000102521 \cdot \text{Tiempo (días)}^2)$



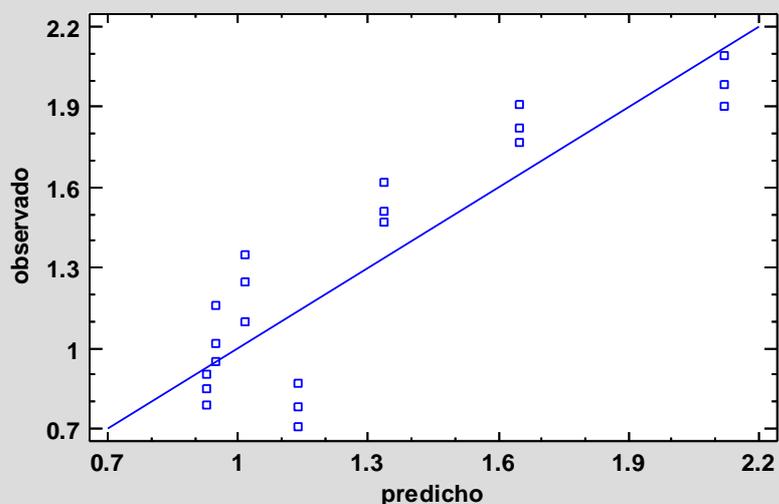
La ecuación del modelo ajustado, mostrado como una línea sólida, es

$$\text{Humedad (\%)} \text{ LM} = \exp(-0.0779465 + 0.000102521 * \text{Tiempo (días)}^2)$$

Análisis de Varianza con Carencia de Ajuste

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1.74316	1	1.74316	43.33	0.0000
Residuo	0.764402	19	0.0402317		
Carencia de Ajuste	0.680705	5	0.136141	22.77	0.0000
Error Puro	0.0836967	14	0.00597833		
Total (Corr.)	2.50757	20			

Gráfico de Humedad (% L)



Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Cuadrado Doble	0.9238	85.35%
Cuadrado de X	0.8885	78.95%
Cuadrado de Y	0.8723	76.09%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0.8635	74.56%
Lineal	0.8517	72.54%
Log-Y Cuadrado-X	0.8338	69.52%
Raíz Cuadrada de Y	0.8336	69.49%
Exponencial	0.8102	65.64%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0.7659	58.66%
Raíz Cuadrada de X	0.7632	58.25%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0.7627	58.17%
Raíz Cuadrada Doble	0.7550	57.00%
Inversa de Y	-0.7491	56.12%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0.7418	55.02%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	<sin ajuste>	
Logaritmo de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Multiplicativa	<sin ajuste>	
Inversa-Y Log-X	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Log-X	<sin ajuste>	
Inversa de X	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Curva S	<sin ajuste>	
Doble Inverso	<sin ajuste>	
Cuadrado-Y Inversa de X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

ANEXO 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 15)

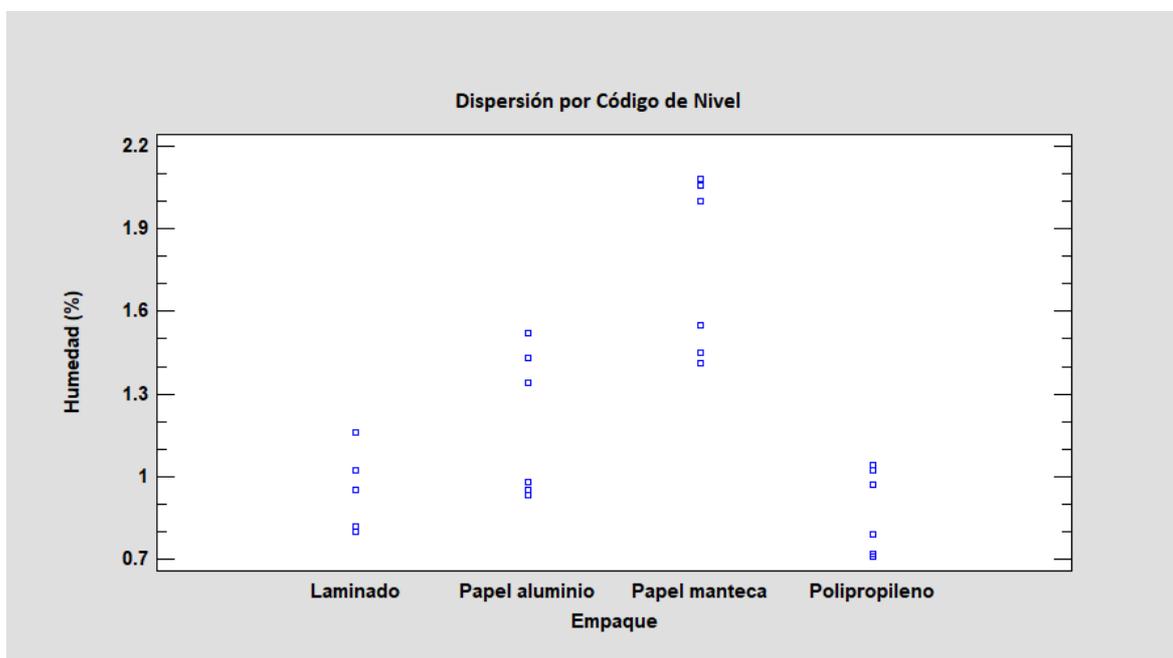
ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque
BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	2.95458	3	0.984861	103.23	0.0000
B:BLOQUE	0.9126	1	0.9126	95.66	0.0000
RESIDUOS	0.181267	19	0.00954035		
TOTAL (CORREGIDO)	4.04845	23			

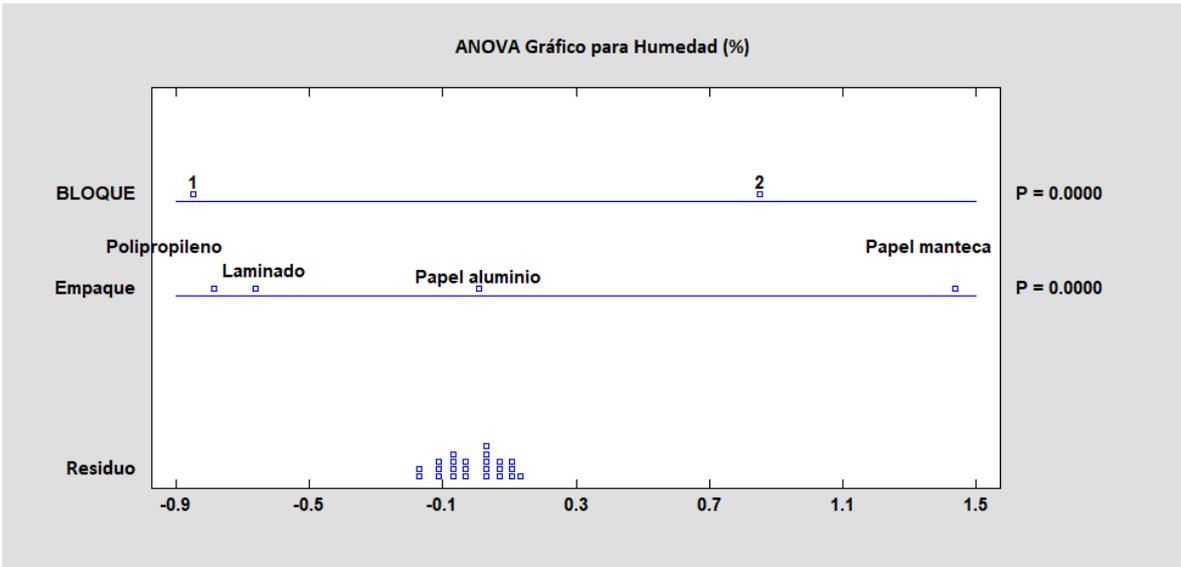
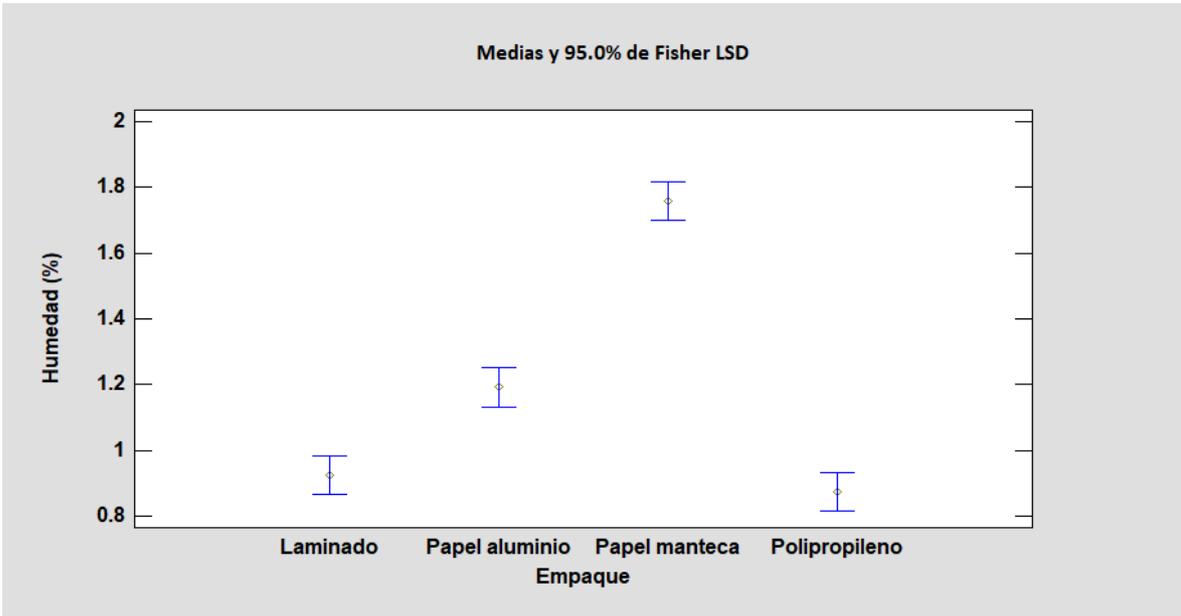


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	1.1875			
Empaque					
Laminado	6	0.925	0.0398755	0.841539	1.00846
Papel aluminio	6	1.19167	0.0398755	1.10821	1.27513
Papel manteca	6	1.75833	0.0398755	1.67487	1.84179
Polipropileno	6	0.875	0.0398755	0.791539	0.958461
BLOQUE					
1	12	0.9925	0.0281963	0.933484	1.05152
2	12	1.3825	0.0281963	1.32348	1.44152



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

Empaque	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Polipropileno	6	0.875	0.0398755	X
Laminado	6	0.925	0.0398755	X
Papel aluminio	6	1.19167	0.0398755	X
Papel manteca	6	1.75833	0.0398755	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Laminado - Papel aluminio	*	-0.266667	0.118031
Laminado - Papel manteca	*	-0.833333	0.118031
Laminado - Polipropileno		0.05	0.118031
Papel aluminio - Papel manteca	*	-0.566667	0.118031
Papel aluminio - Polipropileno	*	0.316667	0.118031
Papel manteca - Polipropileno	*	0.883333	0.118031

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

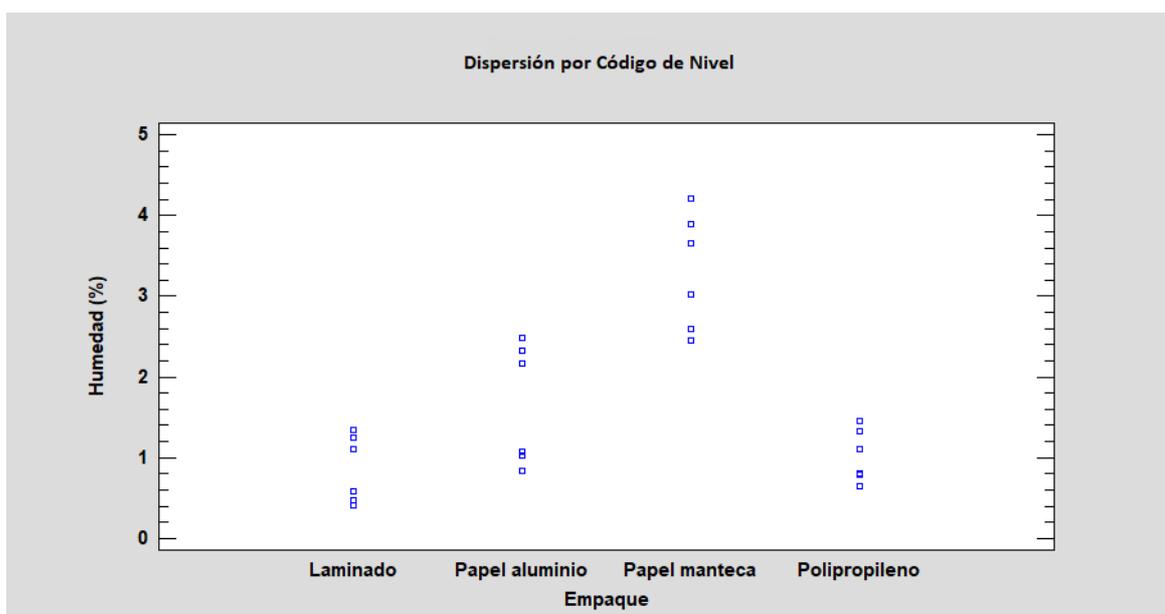
Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque

BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	22.4592	3	7.48639	118.85	0.0000
B:BLOQUE	5.5777	1	5.5777	88.55	0.0000
RESIDUOS	1.19681	19	0.0629901		
TOTAL (CORREGIDO)	29.2337	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

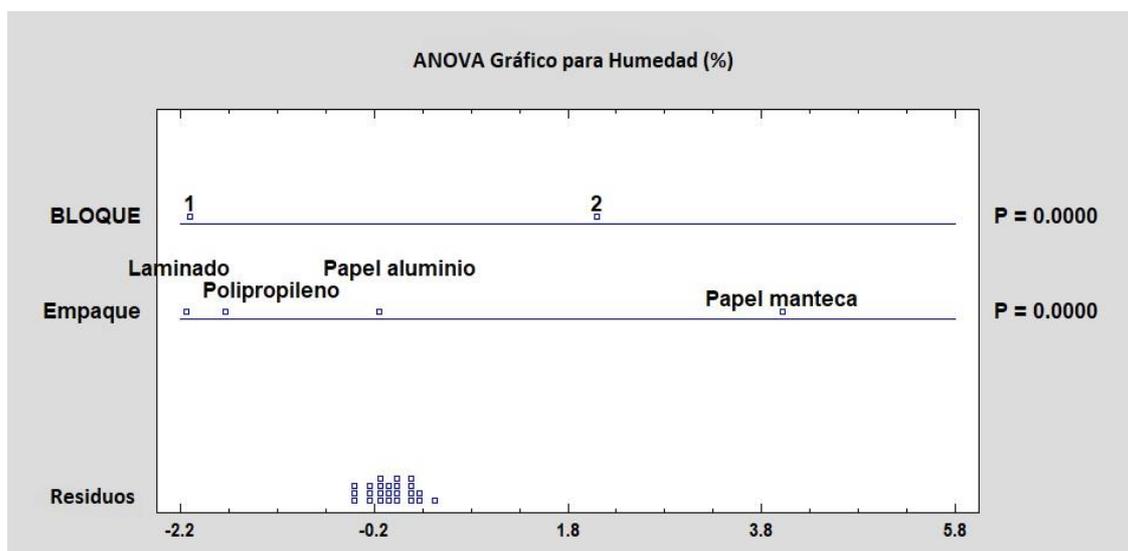
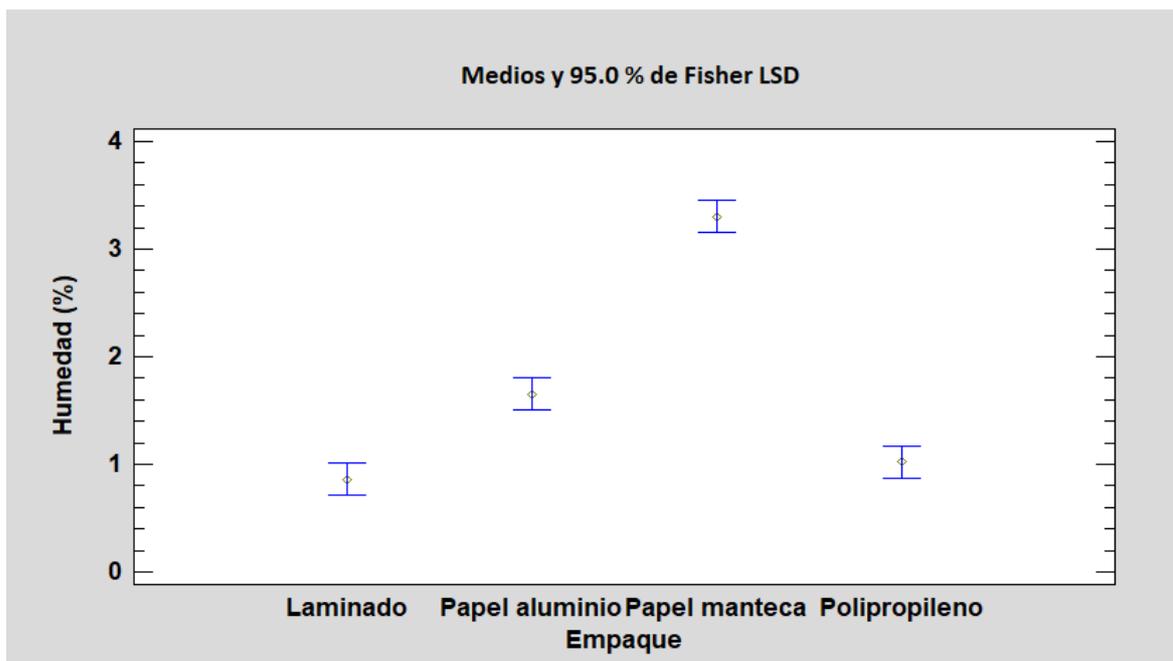


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	1.70958			
Empaque					
Laminado	6	0.861667	0.102461	0.647212	1.07612
Papel aluminio	6	1.65167	0.102461	1.43721	1.86612
Papel manteca	6	3.305	0.102461	3.09055	3.51945
Polipropileno	6	1.02	0.102461	0.805545	1.23445
BLOQUE					
1	12	1.2275	0.0724512	1.07586	1.37914
2	12	2.19167	0.0724512	2.04002	2.34331



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Empaque</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Laminado	6	0.861667	0.102461	X
Polipropileno	6	1.02	0.102461	X
Papel aluminio	6	1.65167	0.102461	X
Papel manteca	6	3.305	0.102461	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Laminado - Papel aluminio	*	-0.79	0.303285
Laminado - Papel manteca	*	-2.44333	0.303285
Laminado - Polipropileno		-0.158333	0.303285
Papel aluminio - Papel manteca	*	-1.65333	0.303285
Papel aluminio - Polipropileno	*	0.631667	0.303285
Papel manteca - Polipropileno	*	2.285	0.303285

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 30)

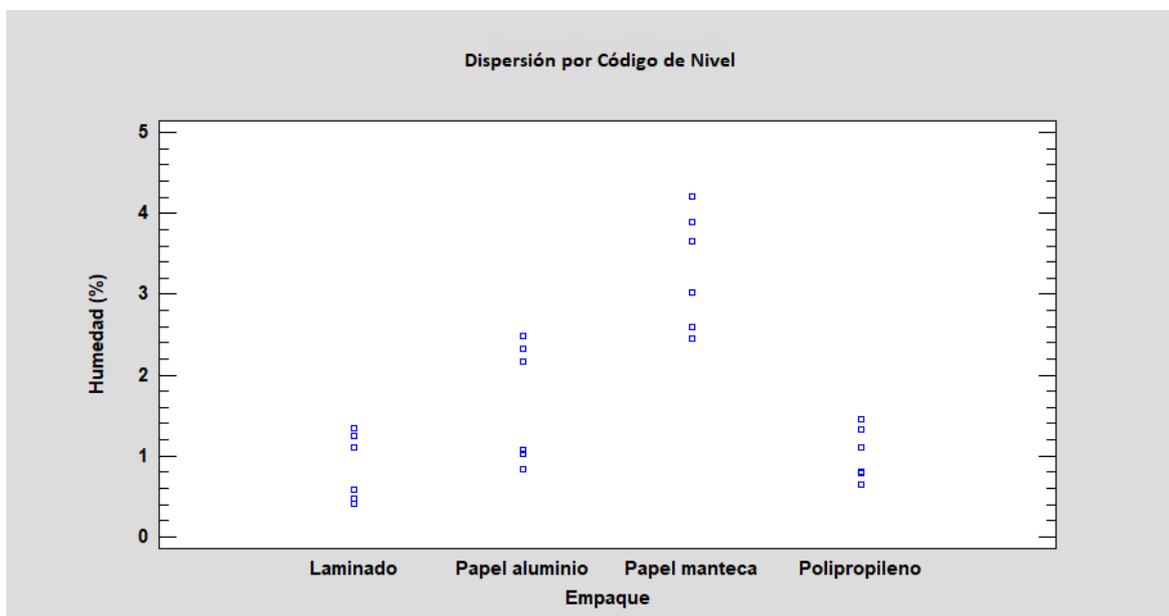
ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque
BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	22.4592	3	7.48639	118.85	0.0000
B:BLOQUE	5.5777	1	5.5777	88.55	0.0000
RESIDUOS	1.19681	19	0.0629901		
TOTAL (CORREGIDO)	29.2337	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

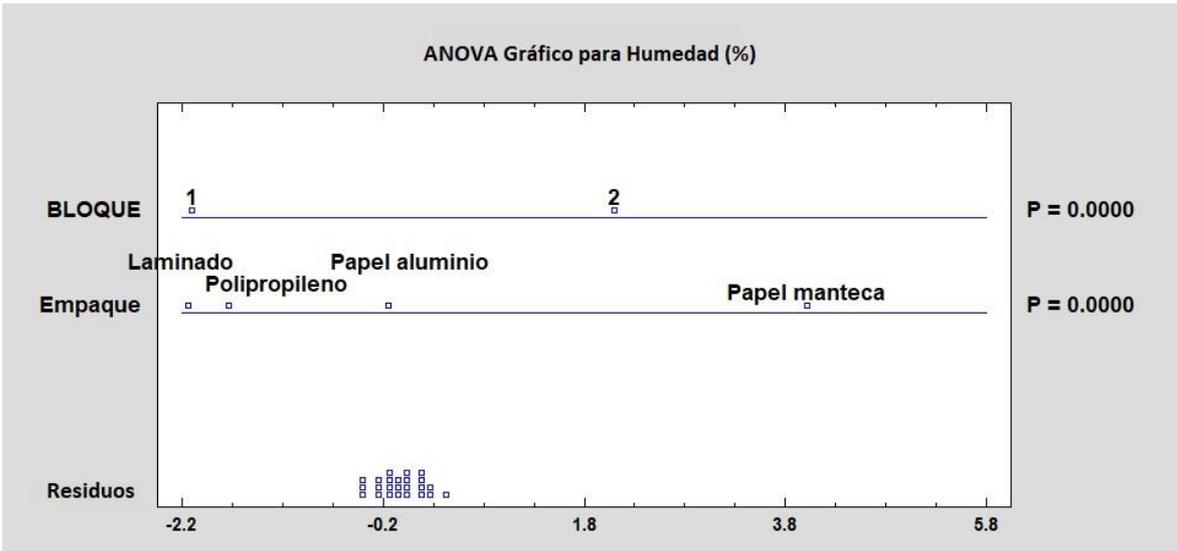
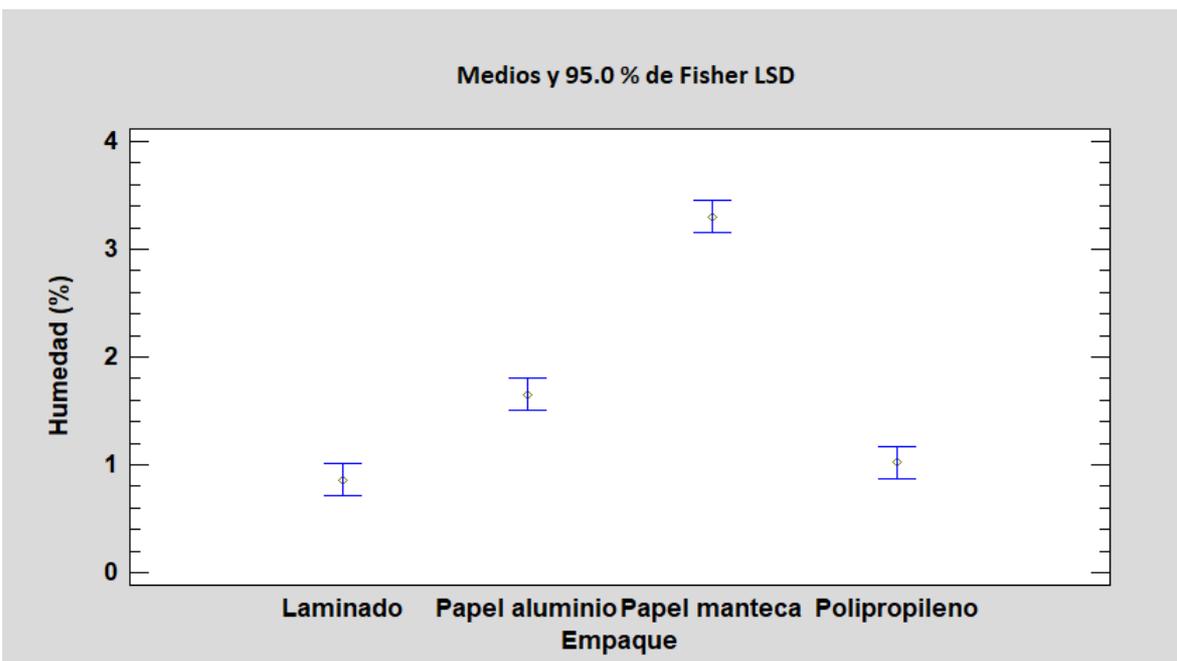


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	1.70958			
Empaque					
Laminado	6	0.861667	0.102461	0.647212	1.07612
Papel aluminio	6	1.65167	0.102461	1.43721	1.86612
Papel manteca	6	3.305	0.102461	3.09055	3.51945
Polipropileno	6	1.02	0.102461	0.805545	1.23445
BLOQUE					
1	12	1.2275	0.0724512	1.07586	1.37914
2	12	2.19167	0.0724512	2.04002	2.34331



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Empaque</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Laminado	6	0.861667	0.102461	X
Polipropileno	6	1.02	0.102461	X
Papel aluminio	6	1.65167	0.102461	X
Papel manteca	6	3.305	0.102461	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Laminado - Papel aluminio	*	-0.79	0.303285
Laminado - Papel manteca	*	-2.44333	0.303285
Laminado – Polipropileno		-0.158333	0.303285
Papel aluminio - Papel manteca	*	-1.65333	0.303285
Papel aluminio – Polipropileno	*	0.631667	0.303285
Papel manteca – Polipropileno	*	2.285	0.303285

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 45)

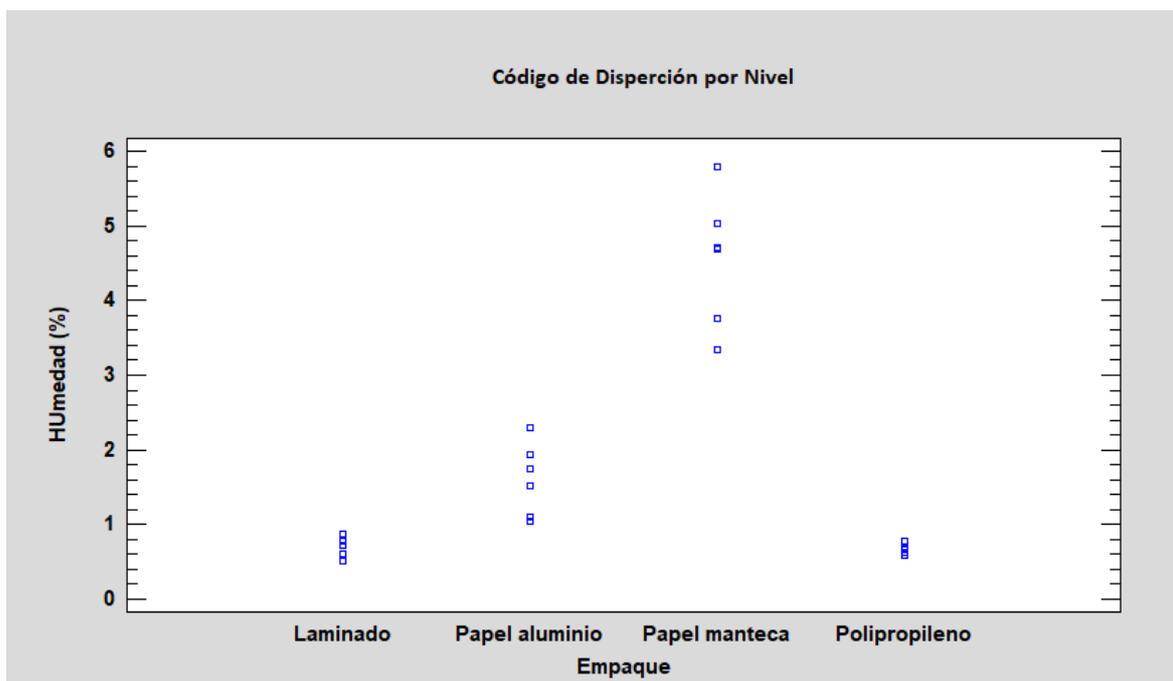
ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque
BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	60.6786	3	20.2262	74.00	0.0000
B:BLOQUE	0.0104167	1	0.0104167	0.04	0.8473
RESIDUOS	5.19318	19	0.273325		
TOTAL (CORREGIDO)	65.8822	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

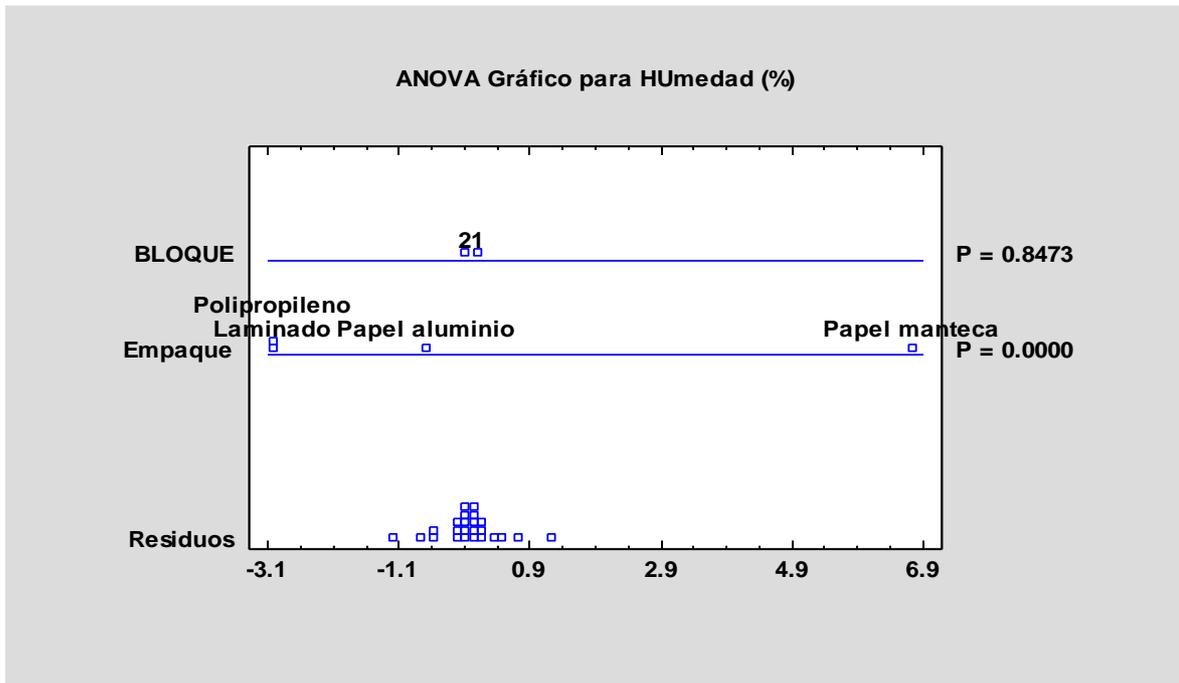
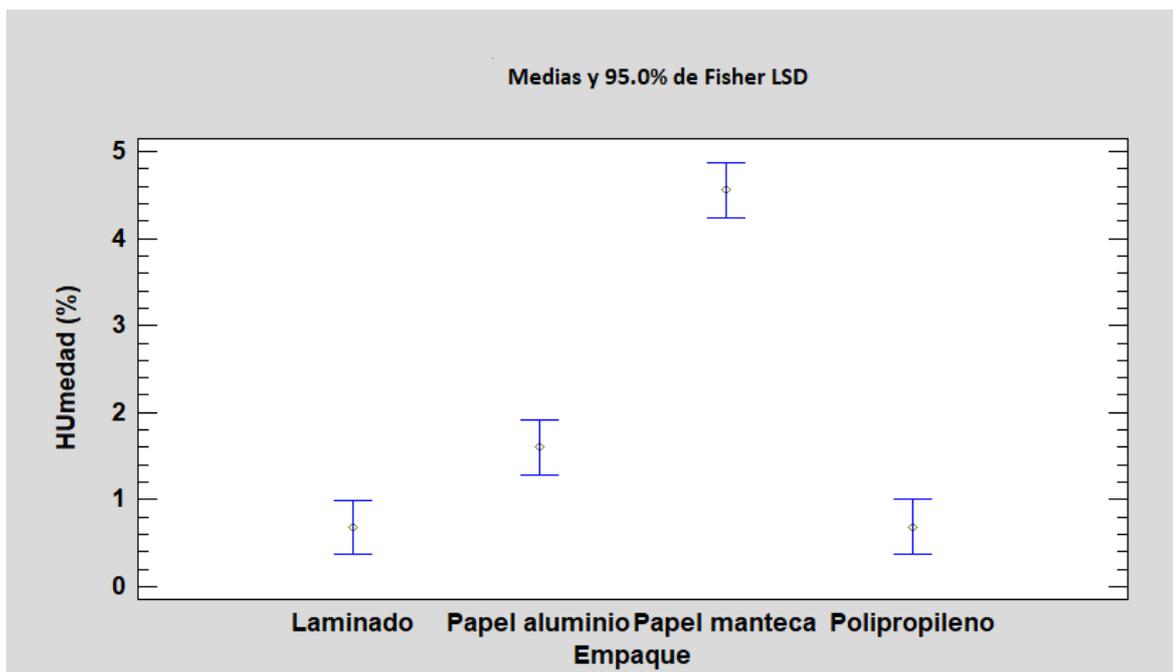


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	1.88083			
Empaque					
Laminado	6	0.68	0.213434	0.233276	1.12672
Papel aluminio	6	1.60333	0.213434	1.15661	2.05006
Papel manteca	6	4.55667	0.213434	4.10994	5.00339
Polipropileno	6	0.683333	0.213434	0.236609	1.13006
BLOQUE					
1	12	1.90167	0.150921	1.58578	2.21755
2	12	1.86	0.150921	1.54412	2.17588



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

Empaque	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Laminado	6	0.68	0.213434	X
Polipropileno	6	0.683333	0.213434	X
Papel aluminio	6	1.60333	0.213434	X
Papel manteca	6	4.55667	0.213434	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Laminado - Papel aluminio	*	-0.923333	0.631764
Laminado - Papel manteca	*	-3.87667	0.631764
Laminado - Polipropileno		-0.00333333	0.631764
Papel aluminio - Papel manteca	*	-2.95333	0.631764
Papel aluminio - Polipropileno	*	0.92	0.631764
Papel manteca - Polipropileno	*	3.87333	0.631764

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 60)

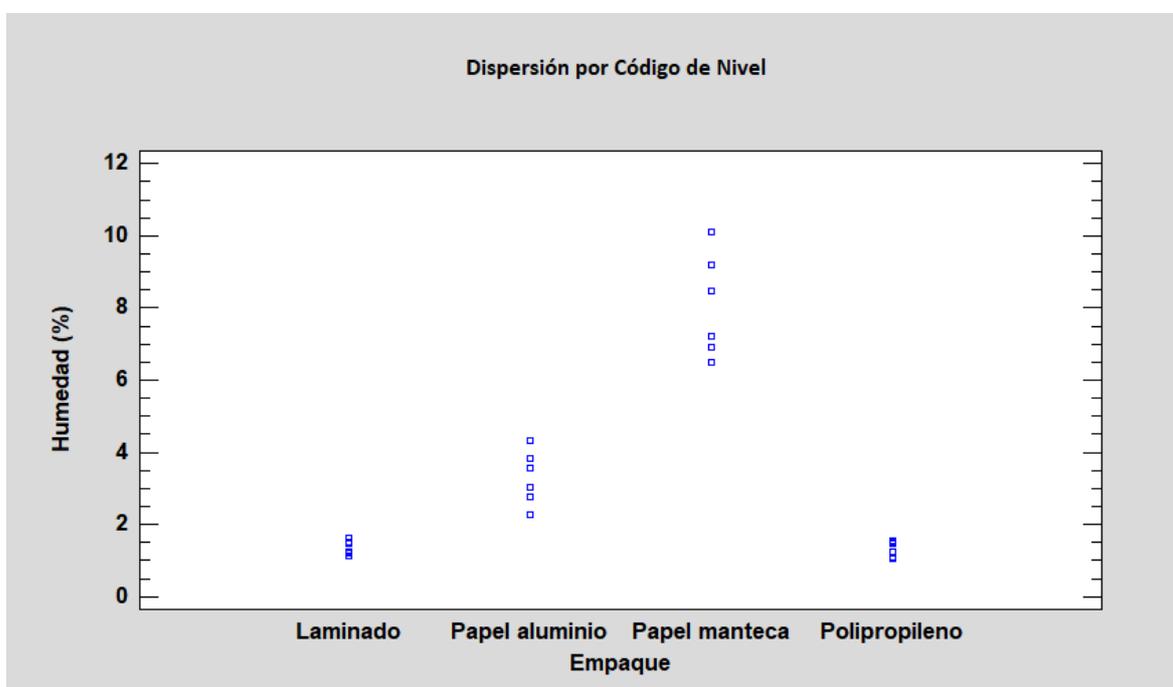
ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque
BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	181.664	3	60.5547	86.83	0.0000
B:BLOQUE	0.135	1	0.135	0.19	0.6649
RESIDUOS	13.2511	19	0.697426		
TOTAL (CORREGIDO)	195.05	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

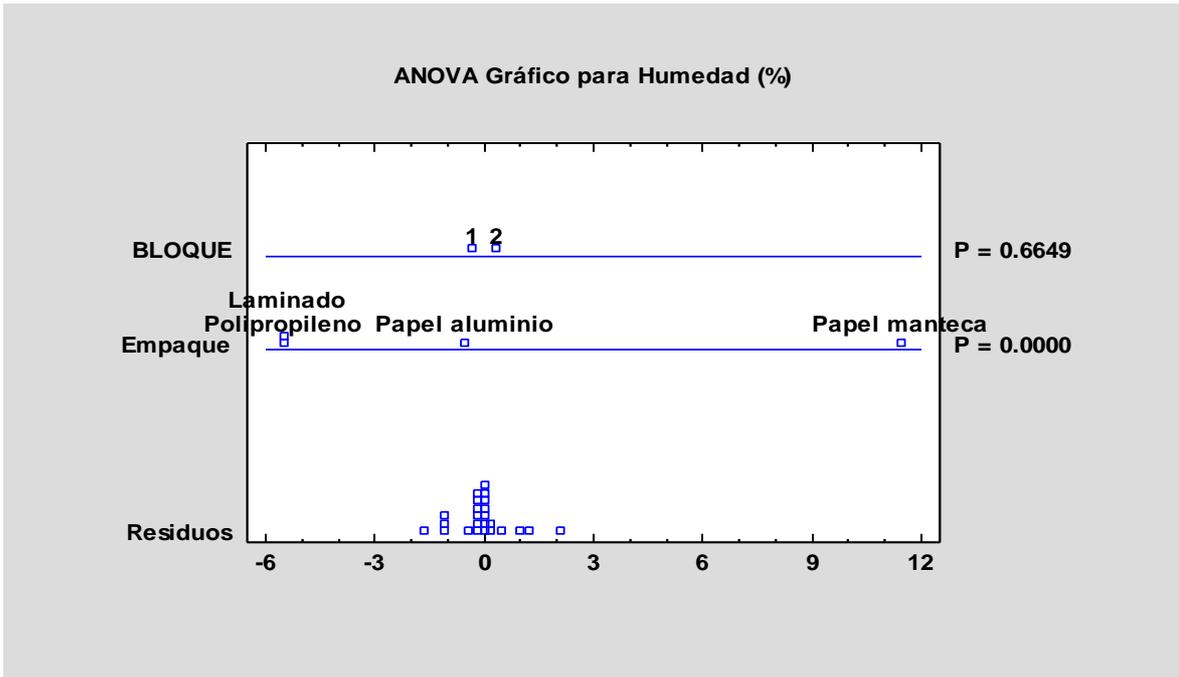
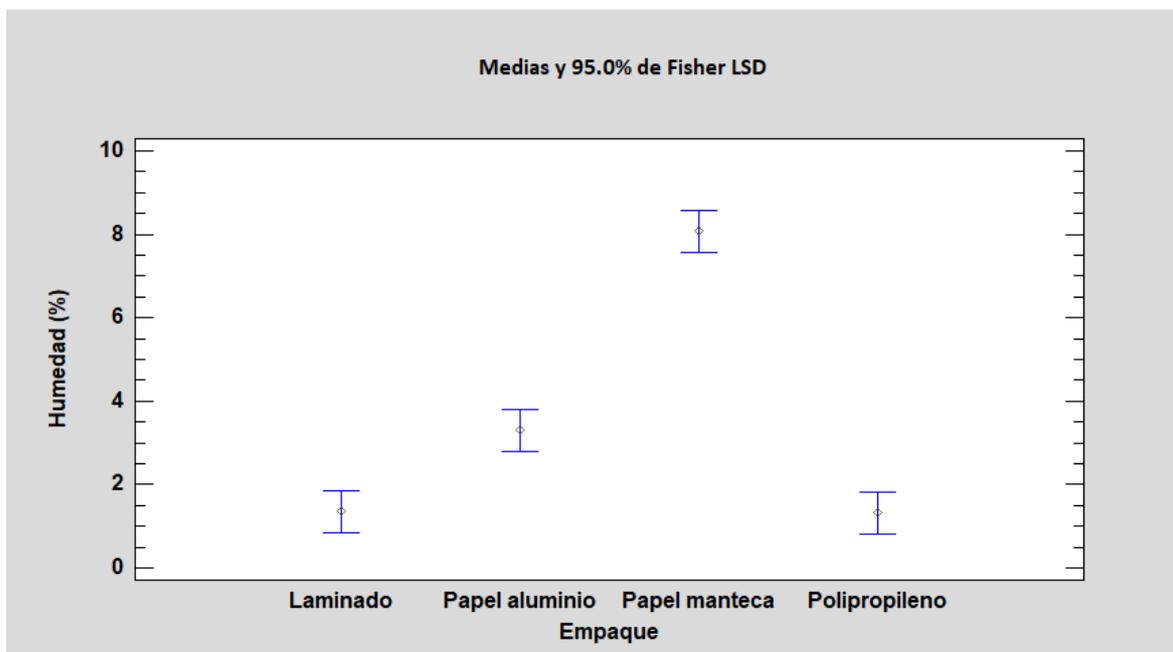


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	3.51333			
Empaque					
Laminado	6	1.36	0.340937	0.64641	2.07359
Papel aluminio	6	3.30333	0.340937	2.58974	4.01692
Papel manteca	6	8.07167	0.340937	7.35808	8.78526
Polipropileno	6	1.31833	0.340937	0.604743	2.03192
BLOQUE					
1	12	3.43833	0.241079	2.93375	3.94292
2	12	3.58833	0.241079	3.08375	4.09292



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Empaque</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Polipropileno	6	1.31833	0.340937	X
Laminado	6	1.36	0.340937	X
Papel aluminio	6	3.30333	0.340937	X
Papel manteca	6	8.07167	0.340937	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Laminado - Papel aluminio	*	-1.94333	1.00917
Laminado - Papel manteca	*	-6.71167	1.00917
Laminado – Polipropileno		0.0416667	1.00917
Papel aluminio - Papel manteca	*	-4.76833	1.00917
Papel aluminio – Polipropileno	*	1.985	1.00917
Papel manteca – Polipropileno	*	6.75333	1.00917

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 75)

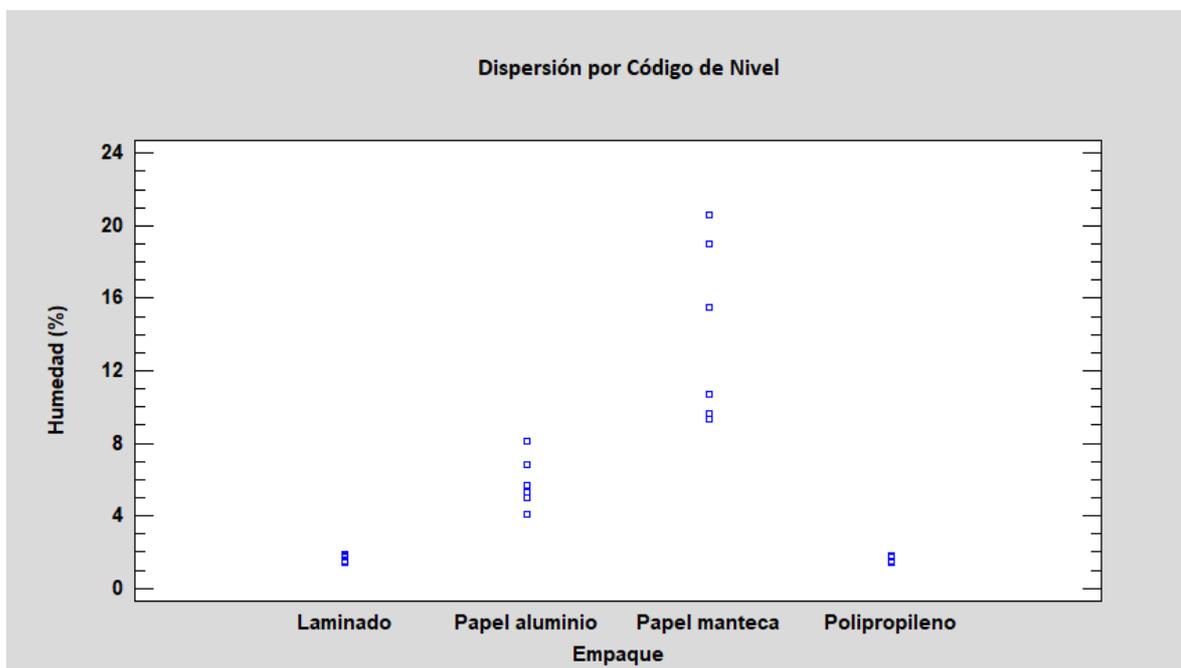
ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque
BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	625.476	3	208.492	33.06	0.0000
B:BLOQUE	13.1276	1	13.1276	2.08	0.1653
RESIDUOS	119.807	19	6.30565		
TOTAL (CORREGIDO)	758.411	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

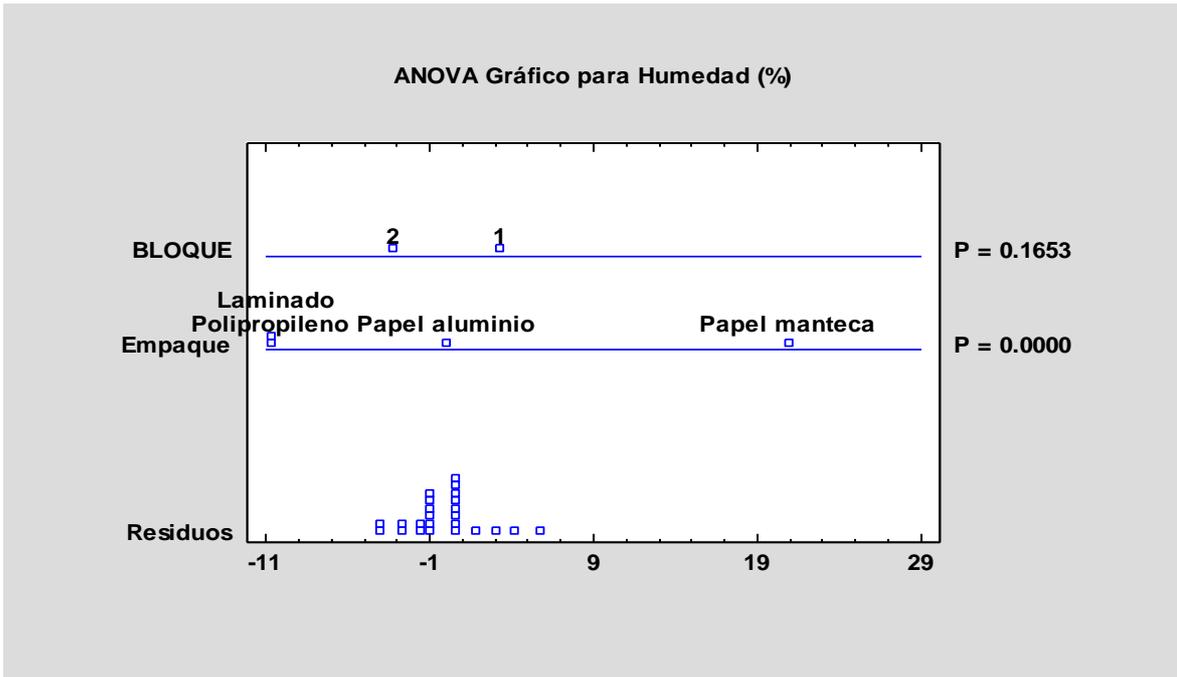
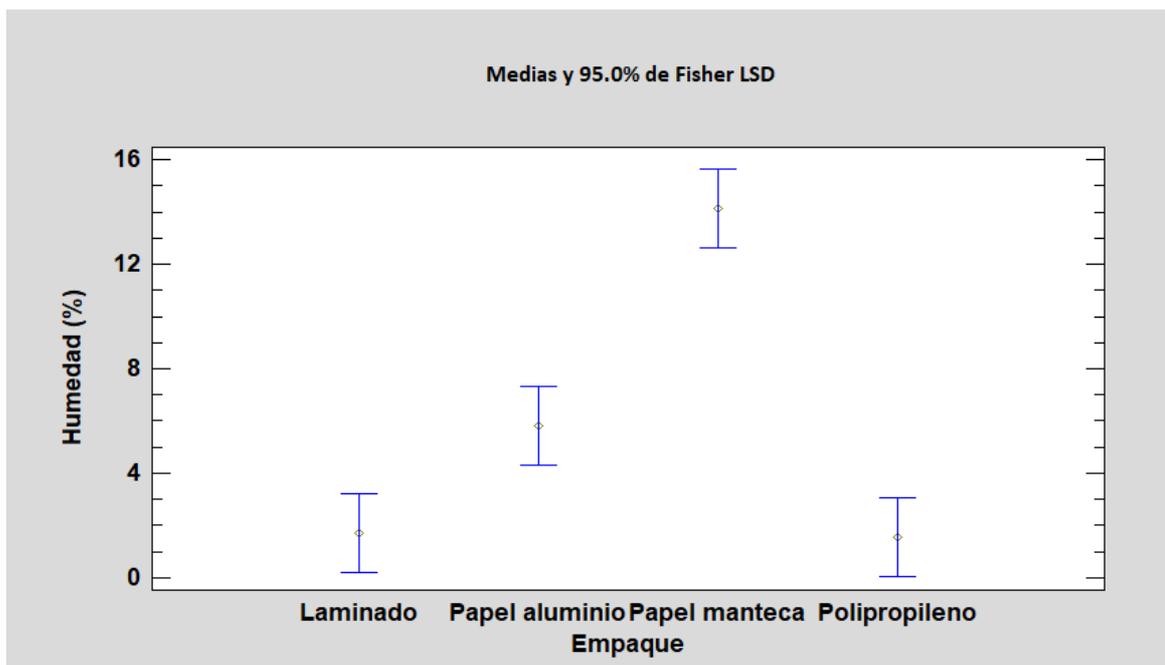


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	5.80792			
Empaque					
Laminado	6	1.70333	1.02515	-0.442344	3.84901
Papel aluminio	6	5.825	1.02515	3.67932	7.97068
Papel manteca	6	14.1383	1.02515	11.9927	16.284
Polipropileno	6	1.565	1.02515	-0.580677	3.71068
BLOQUE					
1	12	6.5475	0.724894	5.03028	8.06472
2	12	5.06833	0.724894	3.55111	6.58556



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

Empaque	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Polipropileno	6	1.565	1.02515	X
Laminado	6	1.70333	1.02515	X
Papel aluminio	6	5.825	1.02515	X
Papel manteca	6	14.1383	1.02515	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Laminado - Papel aluminio	*	-4.12167	3.03445
Laminado - Papel manteca	*	-12.435	3.03445
Laminado - Polipropileno		0.138333	3.03445
Papel aluminio - Papel manteca	*	-8.31333	3.03445
Papel aluminio - Polipropileno	*	4.26	3.03445
Papel manteca - Polipropileno	*	12.5733	3.03445

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GANANCIA DE HUMEDAD PARA LOS DOS TIPOS DE CHOCOLATE OSCURO (A Y B) EN EL TIEMPO (DÍA 90)

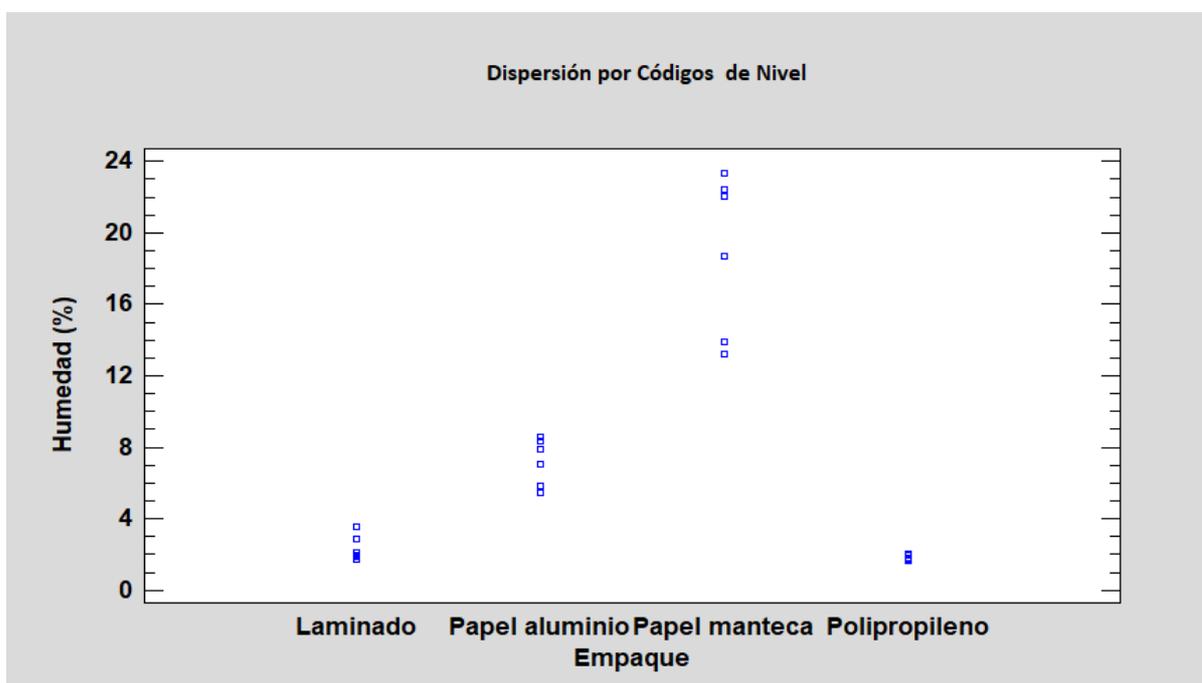
ANOVA Multifactorial - Humedad (%)

Variable dependiente: Humedad (%)

Factores:

Empaque
BLOQUE

Número de casos completos: 24



Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Empaque	1137.91	3	379.303	74.85	0.0000
B:BLOQUE	14.4305	1	14.4305	2.85	0.1079
RESIDUOS	96.2807	19	5.06741		
TOTAL (CORREGIDO)	1248.62	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

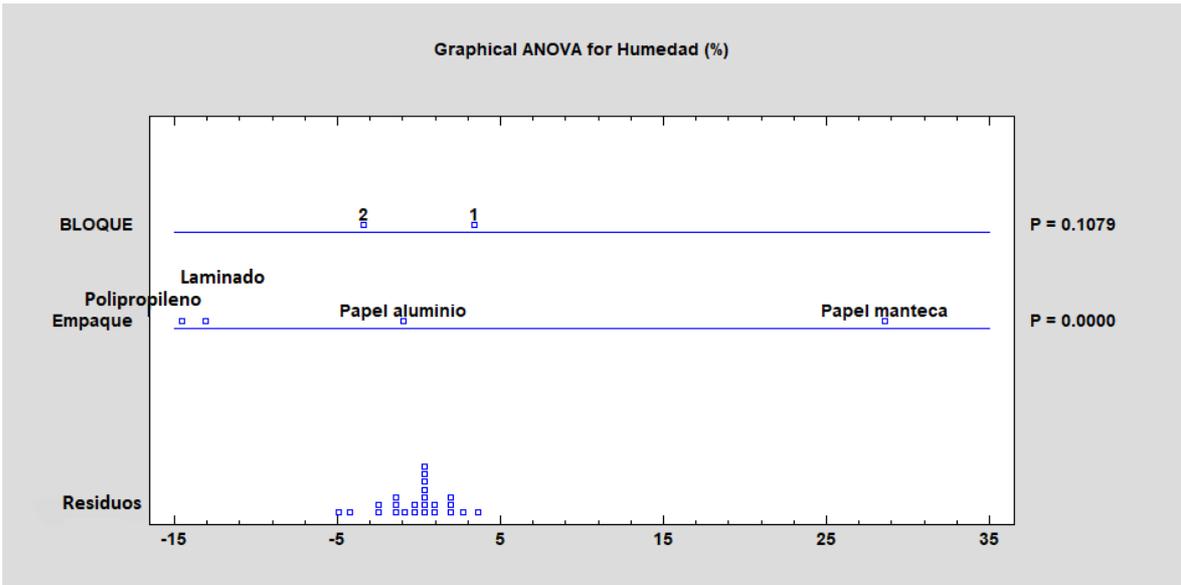
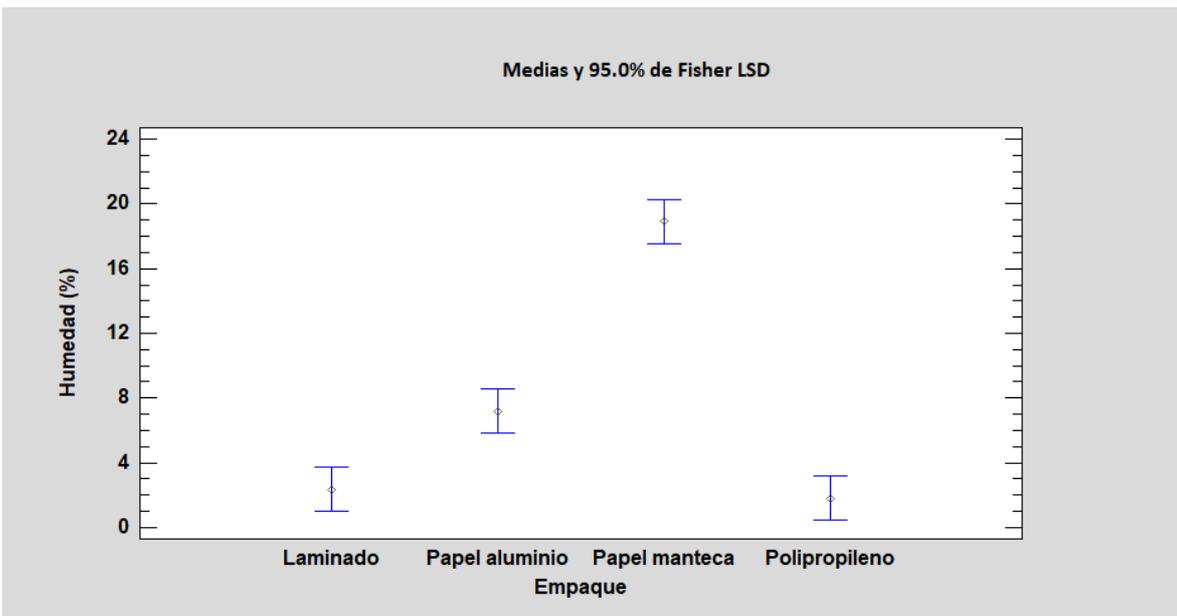


Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad (%) con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	24	7.57042			
Empaque					
Laminado	6	2.36333	0.919004	0.439833	4.28683
Papel aluminio	6	7.19333	0.919004	5.26983	9.11683
Papel manteca	6	18.93	0.919004	17.0065	20.8535
Polipropileno	6	1.795	0.919004	-0.128501	3.7185
BLOQUE					
1	12	8.34583	0.649834	6.98571	9.70595
2	12	6.795	0.649834	5.43488	8.15512



Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad (%) por Empaque

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Empaque</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Polipropileno	6	1.795	0.919004	X
Laminado	6	2.36333	0.919004	X
Papel aluminio	6	7.19333	0.919004	X
Papel manteca	6	18.93	0.919004	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Laminado - Papel aluminio	*	-4.83	2.72024
Laminado - Papel manteca	*	-16.5667	2.72024
Laminado – Polipropileno		0.568333	2.72024
Papel aluminio - Papel manteca	*	-11.7367	2.72024
Papel aluminio – Polipropileno	*	5.39833	2.72024
Papel manteca – Polipropileno	*	17.135	2.72024

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 12: DATOS DE EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD GENERAL DEL CHOCOLATE (EMPACADO EN LAMINADO)

Chocolate A				Chocolate B			
#	Valor	#	Valor	#	Valor	#	Valor
1	7,5	26	10	1	7	26	9
2	7,3	27	10	2	4,3	27	8,5
3	10	28	5	3	10	28	7
4	10	29	8	4	1,5	29	7
5	7,5	30	5	5	5	30	7
6	7,5	31	9,5	6	4	31	7
7	7,5	32	9,5	7	9	32	7
8	6,5	33	9,5	8	7,5	33	7
9	6	34	9	9	1,5	34	3
10	8	35	9	10	3	35	3
11	7	36	9	11	7,5	36	3
12	10	37	9	12	2,5	37	3,5
13	7,5	38	9	13	6	38	4
14	7,5	39	8	14	6	39	4
15	7,5	40	8	15	6	40	4
16	7,5	41	8	16	6	41	4
17	7,5	42	8	17	6,5	42	5
18	7,5	43	8	18	6,5	43	5
19	6	44	6	19	5	44	5
20	9	45	6	20	5	45	6
21	9			21	5		
22	7			22	5		
23	8			23	6		
24	8			24	6		
25	9			25	6		

Resultados estadísticos:

	Chocolate A	Chocolate B
Moda	7.5	5.0
Mediana	8.0	6.0
Media	7.9	5.1

... Continuación de Anexo 12

Chocolate A						Chocolate B					
Puntaje	Frec.	Sexo	Edad			Puntaje	Frec	Sexo	Edad		
		M	A	B	C			M	A	B	C
1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	3	0
4	0	0	0	0	0	4	6	7	5	3	1
5	2	1	5	1	1	5	8	3	7	5	1
6	3	3	2	1	1	6	10	2	2	1	1
7	15	8	2	4	1	7	9	6	1	1	3
8	9	7	3	2	2	8	3	2	1	1	1
9	10	6	1	1	1	9	3	2	1	1	1
10	6	3	1	1	0	10	1	2	1	1	1
Total	45	28	14	10	6	Total	45	24	18	18	9
Porcentaje de consumidores que otorgan calificativo mayor a 6= 95,6%						Porcentaje de consumidores que otorgan calificativo mayor a 6= 51,1%					

Leyenda:

Frec. = frecuencia total, M = sexo masculino. Edad: A (20 a 30 años), B (31 a 40 años), C (mayor a 41 años).

ANEXO 13: EMPAQUES UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Empaque de Papel Manteca (PM)



Empaque de Papel Aluminio (PA)



Dentro



Fuera

... Continuación Anexo 13

Empaque en Polipropileno (PP)



Empaque Laminado (LM)

