

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA***

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENVASES LAMINADOS DE PLÁSTICO FLEXIBLES PARA
TORTILLAS DE TRIGO**

presentado por

Patricia Teruel Álvarez - *(e)k*

aurkeztua

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD EN LAS INDUSTRIAS
AGROALIMENTARIAS
MASTER TEKNOLOGIA ETA KALITATE ELIKAGAIK PROZESATZEKO INDUSTRIAK**

Junio, 2017

Índice

1	INTRODUCCIÓN	6
1.1	TORTILLAS DE TRIGO	6
1.1.1	<i>Historia y características</i>	6
1.1.2	<i>Producción y consumo</i>	7
1.1.3	<i>Valor nutricional de las tortillas de harina de trigo</i>	7
1.1.4	<i>Elaboración</i>	10
1.1.5	<i>Causas de deterioro y parámetros de calidad</i>	13
1.2	ENVASADO DE TORTILLAS	18
1.2.1	<i>Envases en el mercado para Tortillas</i>	18
1.2.2	<i>Tecnología de envasado MAP</i>	19
1.2.3	<i>Propiedades de los materiales de envasado</i>	20
1.2.4	<i>Procesos de transformación de polímeros para obtención de envases</i>	23
2	IDENTIFICACIÓN Y EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA	26
3	OBJETIVOS	30
4	DISEÑO EXPERIMENTAL	31
4.1	SELECCIÓN DE LAS VARIABLES EXPERIMENTALES	31
4.2	SELECCIÓN DE LA VARIABLE RESPUESTA	33
4.3	PLAN DE TRABAJO	33
5	MATERIALES Y MÉTODOS	36
5.1	ENSAYOS FÍSICOS	36
5.1.1	<i>Espesores</i>	36
5.1.2	<i>Esfuerzo de tracción</i>	37
5.1.3	<i>Resistencia a la punción</i>	41
5.2	ENSAYOS DE VIDA ÚTIL	44
5.2.1	<i>pH</i>	45
5.2.2	<i>Actividad de agua</i>	46
5.2.3	<i>Porcentaje de humedad</i>	47
5.2.4	<i>Evolución de la concentración de gases</i>	48
5.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	49
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
6.1	PRUEBAS FÍSICAS. ESPESORES	50
6.1.1	<i>Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.</i>	51
6.1.2	<i>Comparativa experimento 5 y 6.</i>	52

6.1.3	Resultados estadísticos	52
6.2	PRUEBAS FÍSICAS. TRACCIÓN	55
6.2.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	55
6.2.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	56
6.2.3	Comparación control.....	57
6.2.4	Resultados estadísticos	57
6.3	PRUEBAS FÍSICAS. PUNCIÓN	60
6.3.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	60
6.3.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	61
6.3.3	Comparación control.....	62
6.3.4	Resultados estadísticos	63
6.4	PRUEBAS DE VIDA ÚTIL ACELERADA. PH.....	65
6.4.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	65
6.4.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	66
6.4.3	Resultados estadísticos	66
6.5	PRUEBAS DE VIDA ÚTIL ACELERADA. ACTIVIDAD DE AGUA (AW).....	68
6.5.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	68
6.5.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	69
6.5.3	Resultados estadísticos	70
6.6	PRUEBAS DE VIDA ÚTIL ACELERADA. HUMEDAD (% H)	70
6.6.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	71
6.6.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	72
6.6.3	Resultados estadísticos	72
6.7	PRUEBAS DE VIDA ÚTIL ACELERADA. CONCENTRACIÓN DE GASES.....	73
6.8	O ₂ - OXIGENO.	73
6.8.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	74
6.8.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	75
6.9	CO ₂ -DIOXIDO DE CARBONO.	75
6.9.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	76
6.9.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	77
6.9.3	Resultados estadísticos	77
6.10	N ₂ - NITRÓGENO	78
6.10.1	Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.	78
6.10.2	Comparativa experimento 5 y 6.....	79
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
8	BIBLIOGRÁFICA.....	82
ANEXOS	84

ANEXO N°1: RESULTADOS ESPESORES

ANEXO N° 2: RESULTADOS TRACCIÓN

ANEXO N° 3: RESULTADOS PUNCIÓN

ANEXO N° 4: RESULTADOS DE PH, ACTIVIDAD DE AGUA AW Y PORCENTAJE DE HUMEDAD (% H)

ANEXO N° 5: RESULTADOS GASES

Índice de figuras

Figura 1: Envases termo formados existentes en el mercado. Fuente: elaboración propia.....	18
Figura 2: Imágenes de envases para tortillas de trigo de envasado vertical. Fuente: imágenes propias.....	19
Figura 3: Permeabilidad y vapor de agua de láminas utilizadas para MAP. Fuente:www.guiaenvase.com.....	21
Figura 4: Esquema del proceso de extrusión soplado de globo e imagen del globo e imagen del globo formado por el film plástico. Fuente: www. Aimplas.es.....	24
Figura 5:Esquema del proceso de extrusión de lámina plana y del producto obtenido. Fuente: www. Aimplas.es.....	24
Figura 6 Esquema del proceso de termo conformado. Fuente de: www. Aimplas.es.....	25
Figura 7 Esquema del proceso de laminación y de un ejemplo de laminado de 2 capas. Fuente: www. Aimplas.es.....	25
Figura 8: Esquema de composición de los plásticos usados. Fuente: fichas técnicas productos.....	26
Figura 9: Imágenes de máquina de envasar. Fuente: catálogos Multiva www.multivac.com.....	27
Figura 10: Esquema de producción de tortillas. Fuente: datos propios.....	28
Figura 11: Envase para tortillas, parte inferior. Fuente: imagen propia.....	29
Figura 12: Esquema del experimento principal. Fuente: datos propios.....	32
Figura 13: Esquema de experimento secundario. Fuente: datos propios.....	32
Figura 14: Esquema de análisis de vida útil, espesores tracción y punción. Para cada uno de los seis experimentos realizados. Fuente: datos propios.....	34
Figura 15: Medidor de espesores Magna- Mike 866. Fuente: catálogo de Magna Mike 866.....	36
Figura 16: Envase con plantilla para medir Puntos a medir 130 puntos. Fuente: imagen propia.....	37
Figura 17: Puntos a medir en el envase 130 puntos. Fuente: imagen propia.....	37
Figura 18: Máquina para ensayo de tracción. Fuente: Imagen propia.....	38
Figura 19: Probetas normalizadas. Fuente: imagen propia.....	38
Figura 20: Posición de las probetas en el envase. Fuente: imagen propia.....	39
Figura 21: Campana desecadora al 50 ±5 %. Fuente: imagen propia.....	39
Figura 22:: Gráfica de ensayo de tracción. Fuente: imagen propia.....	41
Figura 23: Posición de las probetas en el envase. Fuente: imagen propia.....	42
Figura 24: Bastidor y punzón que se utilizan en el ensayo. Fuente: imagen propia.....	42
Figura 25: Gráfico de ensayo de punción Fuente: elaboración propia.....	43
Figura 26: pH- Meter GLP 21. Fuente: catalogo Check Mate 3.....	45
Figura 27: Medidor de actividad de agua Aqualab Serie 3 y 3TE. Fuente: catalogo Aqualab Serie 3.....	47
Figura 28: Medidor de humedad HB43-S de Mettler Toledo. Fuente: catalogo HB43-S de Mettler.....	47
Figura 29: Analizador de gas Check Mate 3. Fuente: catalogo Check Mate 3.....	48
Figura 30: Representación gráfica de los 130 puntos del envase en la línea 6. Fuente: elaboración propia.....	50
Figura 31: Resumen de puntos máximos y mínimos y medias de máx. y mín. obtenidos para la medición de espesores los experimentos 1,2,3, y 4. Fuente: elaboración propia.....	51

Figura 32: Resumen de puntos máximos y mínimos y medias de máx. y mín. obtenidos para la medición de espesores para los experimentos 5 y 6. Fuente: elaboración propia.....	52
Figura 33: Puntos estudiados para el análisis de datos. Fuente: elaboración propia.....	53
Figura 34: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas y por tipo de material plástico para ensayo de tracción Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina;(LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.	55
Figura 35: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas igual material plástico ensayo de tracción Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina;(LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.	56
Figura 36: Representación gráfica de los resultados obtenidos con el material original antes del termo formado. Fuente: elaboración propia. (SA) posición en el sentido del avance; (SAP) posición perpendicular al avance.	57
Figura 37: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas y por tipo de material plástico para ensayos de punción. Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina;(LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.	61
Figura 38: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con el mismo material plástico. Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina; (LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.	62
Figura 39: Representación gráfica de los resultados obtenidos de material plástico antes del termo formado para ensayos de punción. Fuente: elaboración propia. (SA) posición en sentido avance; (SAP) posición sentido	62
Figura 40: Representación gráfica de los resultados obtenidos por experimento y por tipo de material gráfico para ensayos de pH. Fuente: elaboración propia.	65
Figura 41: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas e igual material plástico para ensayos de pH. Fuente: elaboración propia.	66
Figura 42: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de actividad de agua (Aw). Fuente: elaboración propia.....	68
Figura 43: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con el mismo material plástico para ensayos de actividad de agua (Aw). Fuente: elaboración propia.	69
Figura 44: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de Humedad (H%). Fuente: elaboración propia.....	71
Figura 45: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con el mismo material plástico para ensayos de Humedad (H%). Fuente: elaboración propia.	72
Figura 46: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo material plástico para ensayos de concentración de O2. Fuente: elaboración propia.....	74
Figura 47: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas e igual material plástico para ensayos de concentración de gas O2. Fuente: elaboración propia.	75
Figura 48: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de concentración de CO2. Fuente: elaboración propia.	76
Figura 49: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con un mismo material plástico para ensayos de concentración de CO2. Fuente: elaboración propia.....	77
Figura 50: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de concentración de N2. Fuente: elaboración propia.....	78

Figura 51: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas y con el mismo material plástico para ensayos de concentración de N2. Fuente: elaboración propia.....79

Índice de Tablas

Tabla nº 1: Datos generales de capacidad de producción de la empresa.	7
Tabla nº 2: Comparación de la composición de las tortillas de trigo (integral y normal) con el pan de mesa para 100g.	8
Tabla nº 3: Solución de problemas de los principales defectos de masa y tortilla.	14
Tabla nº 4: Plan de toma de muestras para el experimento.	33
Tabla nº 5: Resultados del estudio estadístico de los datos de espesores.	54
Tabla nº 6: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de tracción.	59
Tabla nº 7: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de punción.	64
Tabla nº 8: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de medición de pH.	67
Tabla nº 9: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de medición de actividad de agua.	70
Tabla nº 10: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de medición de humedad (H%).	73
Tabla nº 11: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de concentración de gas CO2.	77

1 Introducción

1 Introducción

1.1 Tortillas de Trigo

1.1.1 Historia y características

El maíz y los alimentos nixtamalizados tienen su origen en Mesoamérica. Hace unos 10.000 años, pueblos indígenas reunieron varias plantas, entre ellas, el ancestro del maíz (*Zea mays L.*). El cultivo de esta hierba, llamada teosinte, y otras plantas nativas transformaron gradualmente al nómada recolector en un sedentario agricultor. Los antiguos agricultores comenzaron a seleccionar y manipular teosinte (*Zea mexicana*) para obtener, en un par de siglos, varias razas precolombinas de maíz.

El tallado de utensilios para moler y procesar los granos provocó un desarrollo importante. Las primeras tortillas nacieron con el cocinado de los granos para suavizar y facilitar la molienda. Los granos se cocinaron por primera vez con una pizca de ceniza de madera y más tarde con cal (CaO). Este tratamiento alcalino modificó el valor nutricional del grano y su palatabilidad y permitió la producción de una masa cohesiva, que se utilizó para producir varios alimentos básicos tales como tortillas y tamales. La introducción de otras especies de maíz de Sudamérica mejoró aún más los rendimientos, proporcionó nuevo material genético para diferentes aplicaciones alimentarias. Estas razas variaban en el tamaño de grano, textura, color, e incluso valor nutritivo y constituyó el germoplasma básico para las variedades e híbridos actuales. Para entonces, el maíz se había vuelto sagrado para prácticamente todas las culturas de Mesoamérica. En 1492, Cristóbal Colón aterrizó en América, y pronto los conquistadores españoles, como Hernán Cortés, conquistó la más avanzada cultura, los nahuas o aztecas. Los españoles se dieron cuenta de que el maíz era el cultivo más importante y materia prima básica para la producción de numerosos alimentos o platos exóticos.

Los españoles enviaron maíz a Europa, y los viajes de regreso trajeron el trigo (*Triticum aestivum L.*) y el arroz (*Oryza sativa*). La cocina mexicana pronto incorporó el trigo y otros materiales vegetales desconocidos del Antiguo Mundo, y la cocina se desarrolló gradualmente. Tortillas de harina de trigo estaban entre los productos preferidos.

Hoy, el maíz de 10 cromosomas que codifica la información genética es el cereal más importante del mundo en términos de producción. Se encuentra en los cinco continentes y en prácticamente todos los lugares del planeta. Las tortillas y patatas fritas son conocidas en todo el planeta, gracias a las recetas heredadas de los indígenas. Del mismo modo, tortillas de harina de trigo han ganado popularidad y cuota de mercado, especialmente en las culturas de algunos países, las tortillas compiten fuertemente con pan de mesa. Las tortillas han llegado incluso al espacio porque frecuentemente constituyen parte de la dieta de los astronautas.

1.1.2 Producción y consumo

La empresa de estudio es líder en comida mejicana en nuestro país, en el último año ha alcanzado los 43 millones de euros y vendido más de 21,6 millones de unidades. Tiene una cuota de mercado del 35% y exporta a países de la UE como, Reino Unido, Alemania y Holanda.

A continuación, se muestra un cuadro de la capacidad productiva de las líneas de tortillas por turno, semana y mes.

Tabla nº 1: Datos generales de capacidad de producción de la empresa. Fuente: datos propios de la empresa.

Líneas de producción	nº envases/ turno	nº envases/ día	nº envases/ semana	nº envases/ mes
L1	18.233	54.700	273.500	547.000
L2	21.900	65.700	328.500	657.000
L3	28.800	86.400	432.000	864.000
L4	28.800	86.400	432.000	864.000
L5	32.640	97.920	489.600	979.200
L6	32.640	97.920	489.600	979.200
Total	163.013	489.040	2.445.200	4.890.400

1.1.3 Valor nutricional de las tortillas de harina de trigo

Las tortillas de harina de trigo se utilizan comúnmente como sucedáneos de pan de mesa. La Tabla nº 2 resume la composición química de la harina de trigo y tortillas de harina integral en comparación con el pan de mesa. Las tortillas tienen atributos nutricionales similares al pan. Los ingredientes de las tortillas de trigo son harina, agua, grasa y sal. Sin embargo, en los Estados Unidos, las tortillas pueden contener otros ingredientes para mejorar el sabor, la suavidad, el deslizamiento y la vida útil. Estos ingredientes incluyen levadura química, agentes emulsionantes, agentes antimohos, acidulantes, gomas o hidrocoloides y agentes reductores (Serna-Saldívar et al 1988c, Waniska 1999). Diferencias en las calóricas de tortillas de harina dependen de los niveles de humedad, grasa y contenido de fibra.

Tabla nº 3: Comparación de la composición de las tortillas de trigo (integral y normal) con el pan de mesa para 100g.

a Fuente Serna Saldivar (2010).

b Las harinas de trigo utilizadas para preparar tortillas de harina y pan de mesa enriquecidas con hierro, tiamina, riboflavina y niacina.

Nutrientes	Tortilla de trigo ^b	Tortilla integral de trigo	Pan de mesa ^b
Humedad, g	29.3	30.0	35.8
Energía, kcal	322	301	274
Energía grasa, kcal	83	69	35
Proteína, g	7.2	8.0	8.7
Grasas, g	9.2	7.7	3.9
Hidratos de carbono, g	53.0	49.8	44.8
Fibra dietética, g	1.8	6.9	2.7
Minerales, g	0.9	2.5	1.9
Calcio, mg	42	170	126
Hierro, mg	1.5	2.3	2.6
Fosforo, mg	77.0	210	87.0
Zinc, mg	0.6	0.2	0.6
Aminoácidos, g			
Lisina	0.16	0.13	0.16
Metionina	...	0.07	0.15
Triptófano	0.05	0.09	0.09
Vitaminas, mg			
Tiamina (B₁)	0.57	0.33	0.47
Riboflavina (B₂)	0.38	0.06	0.31
Niacina	4.52	3.78	3.75
Piridoxina (B₆)	0.03	0.20	0.04

Energía

Las tortillas de harina de trigo se consideran una excelente fuente de calorías por su alto contenido de almidón y grasa. Contienen más energía que el pan de mesa y tortillas de maíz debido al mayor contenido de grasa (5-15% basado en el peso de la harina) de la formulación. Tortillas de harina de trigo contienen aproximadamente 36% más calorías que las tortillas de maíz debido a menor humedad y mayor contenido de grasa. El consumo de 100 g de tortillas de harina proporciona aproximadamente 310 kcal de energía (Serna Saldivar 1997, 2010). En el caso que se está estudiando la cantidad de grasa es de 5%.

Proteína

Las tortillas de harina de trigo tienen una alta tasa de proteína digestible (85%) (González Agramon y Serna-Saldivar 1988). Las proteínas de trigo son principalmente la gliadina y el gluten, tienen niveles bajos de lisina y treonina. La lisina está presente en aproximadamente la mitad de la cantidad requerida para un crecimiento óptimo de un niño. El valor biológico (BV) y la utilización neta de la proteína (NPU) y el coeficiente de eficiencia proteica (PER) son aproximadamente la mitad de reportados por animales (Es decir, carne y leche). Las tortillas de harina contienen una cantidad de proteína ligeramente inferior al pan. La calidad proteica de las tortillas de harina se mejora si se utilizan en la formulación con leche en polvo sin grasa o productos

relacionados. La adición de salvado de trigo para la producción de tortillas de trigo integral aumenta ligeramente los contenidos de lisina.

Lípidos

La grasa es el segundo nutriente más abundante en las tortillas de harina. La mayoría de las tortillas contienen 4-10% de grasa. Las tortillas de harina contienen nivel alto de grasas saturadas. La utilización de manteca de cerdo y mantequilla en la fórmula de las tortillas aumenta el grado de grasas saturadas. El contenido de estas grasas en las formulaciones modernas ha disminuido por una preocupación de la salud del consumidor, utilizándose en la actualidad grasa como el aceite de girasol. En las tortillas que se han utilizado para el experimento el contenido de grasa es del 5% proveniente de aceite de girasol.

Fibra

La fibra dietética del trigo consiste principalmente en celulosa, hemicelulosa y beta-glucanos. El salvado en harina de trigo integral aumenta el contenido de fibra dietética. Las tortillas de harina contienen 1,8% de fibra dietética (0,7% soluble e 1,1% insoluble), mientras que las tortillas de trigo integral contienen 6,9% de fibra dietética (3,2% insoluble y 3,7% soluble).

Minerales

Las tortillas de harina de trigo no enriquecidas se consideran una fuente pobre de calcio, Hierro, zinc y cobre, y su biodisponibilidad es limitada debido a la presencia de ácido fítico. Las tortillas de harina integral proporcionan mayores cantidades de minerales que sus equivalentes refinados porque el salvado de trigo contiene 20 veces más ceniza que la harina refinada. Si se fabrican tortillas a partir de harinas enriquecidas o de harinas suplementadas con carbonato de calcio o calcio, se consideran una fuente adecuada de calcio, hierro, y algunas veces zinc. La mayoría de las formulaciones de tortilla de harina contienen 1,5-2% de sal; por lo tanto, su contenido de sodio es alto. Una porción de 100 g de Tortillas regulares de harina de trigo contiene 360-400 mg de sodio. Las tortillas que forman parte del experimento tienen un 2% de sal.

Vitaminas

Las tortillas de harina integral contienen más vitaminas B que las realizadas con harina refinadas, ya que la mayoría de las vitaminas B se encuentran en la capa de aleurona o parte del endospermo, que se elimina durante la molienda de la harina.

Las tortillas de harina contienen vitaminas B, pero es una fuente pobre de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y las vitaminas hidrosolubles, vitaminas C y B12. Sin embargo, contienen cantidades significativas de las vitaminas B a pesar de las pérdidas que el trigo sufre durante la molienda seca.

Enriquecimiento de tortillas de harina de trigo

Proteínas

El nivel óptimo de adición de productos de soja es la cantidad necesaria para duplicar el contenido de lisina (González Agramon y Serna-Saldivar 1988). Estas tortillas enriquecidas contienen una calidad proteica adecuada y crecimiento normal en animales de laboratorio y humanos. El enriquecimiento con 11,1% la harina de soja desgrasada o el 5,6% de aislamiento de soja aumenta significativamente la proteína y los contenidos de lisina sin afectar la densidad de nutrientes. El enriquecimiento con productos de soja prácticamente duplicó el

coeficiente de eficiencia de las proteínas (PER) y mejoraron Retención de nitrógeno (BV y NPU) en comparación con la tortilla; El enriquecimiento con soja transforma un producto de baja calidad de proteína en uno con buena calidad de proteína.

Vitaminas y minerales

En México, las harinas de trigo para tortillas se enriquecen con los micronutrientes. Con este enriquecimiento, el consumo de 100 g de Tortilla de harina (30% de humedad) proporciona aproximadamente 3,1 mg de hierro, 1,5 mg De Zn, 0,47 mg de tiamina, 0,25 mg de riboflavina, 3,6 mg de niacina y 16 µg de ácido fólico. El programa de enriquecimiento de harinas nixtamalizadas y refinado la harina de trigo es casi idéntica excepto que la harina de trigo refinada se enriquece con cuatro veces más ácido fólico que las harinas nixtamalizadas. Esto es porque el ácido fólico se elimina casi por completo durante la molienda.

1.1.4 Elaboración

Procesamiento industrial

Las tortillas de harina se producen después de cuatro operaciones principales: mezcla de la masa, formación de tortilla, horneado y enfriamiento

La mezcla de la masa

Existen varios mecanismos para suministrar los ingredientes al recipiente mezclador. Los ingredientes líquidos, tales como agua y aceite, se suministran volumétricamente o en peso, mientras que la harina se suministra en peso usando bolsas o sistemas neumáticos (presión o vacío). La mayoría de los micro ingredientes se pesan previamente y se colocan en una bolsa de plástico (o recipiente). Las instalaciones de fabricación de tortillas industriales están gestionadas neumáticamente para suministrar todos los ingredientes secos.

Un mezclador consiste en un contenedor y un dispositivo con accesorios que se mueven e impactan en la masa. Los mezcladores tienen eje vertical u horizontal, mie, el recipiente es prismático para mezcladores verticales de eje o un prisma horizontal para mezcladoras de eje horizontal. El propósito de la mezcla es dispersar uniformemente Los ingredientes y permite hidratar y formar una "masa" o estructura.

La velocidad de rotación, el diseño de los accesorios, y la distancia de al bol determinan la energía impartida a los ingredientes y a la masa. Las propiedades de la masa se ven afectadas por el mezclado. Estas propiedades incluyen pegajosidad, cohesividad, claridad, es decir en la reología de la masa. Las fuerzas para extender o comprimir la masa afectan directamente al procesamiento.

Los materiales más importantes como la harina se suministran por medio de silos de almacenamiento, otros materiales se suministran en sacas previamente pesadas y mezcladas, en algunos a fórmulas se produce la reutilización de producto en una proporción variable de máximo un 5%. Las mezclas de todos los ingredientes se hacen en seco y se le va añadiendo agua. El mezclado para obtener la masa se realiza en dos ciclos uno rápido de 7-8 minutos y otro más lento de 10 minutos. La temperatura de la mezcla se encuentra a unos 32 °C que es controlado con la temperatura del agua.

Una vez mezclado, la masa se transfiere desde el recipiente de mezcla al equipo que lo sostiene para dividir, estirar, redondear y formar bolas.

Masa división y compresión

La masa de la tortilla es dividida y redondeada previamente en pequeñas bolas antes de la maduración para reducir el tiempo de este proceso hasta 5 min a 25 °C a 65 % HR. El desplazamiento de las bolas hasta la zona de compresión se hace por medio de líneas automatizadas. Esta maduración permite que la masa se vuelva más extensible y forme un diámetro mayor tortillas con más opacidad y mayor estabilidad.

Equipo de prensa

La base de este proceso es la colocación de bolas de masa entre dos superficies planas, que exprimen la bola de la masa en un disco fino. Posteriormente, el disco se retira de los platos. El aplanamiento de las bolas se realiza por medio de presas horizontales, que realizan un precocinado con una temperatura de la plancha superior de 270 °C y de 205 °C para la plancha inferior. Esto transforma la masa en un disco fino.

Algunos platos de acero inoxidable se tratan con un lubricante (Teflon, Silicona, o aceite) para ayudar a la liberación rápida de la masa.

La mayoría de las prensas calientes tienen un plato inferior estacionario y un plato superior que se mueve hacia arriba y hacia abajo. Algunas prensas en caliente tienen prensas que se mueven a la velocidad de la correa durante el ciclo de compresión. Es decir, ambas prensas se mueven en la dirección de la correa, mientras que se produce el ciclo de compresión y regresan a la posición inicial para repetir el ciclo. La ventaja de la cabeza móvil es que no se pierden bolas de masa a lo largo de la correa. La ventaja de la prensa estacionaria es la mayor resistencia y durabilidad de los materiales y estructuras implicadas en la compresión de la masa.

El diámetro del disco bajo compresión es mayor que la tortilla. Esto significa que el diámetro del disco se contrae después de que la tortilla es liberada, debido a la naturaleza viscoelástica de la masa. Esto crea un problema durante el prensado, ya que la distancia entre las bolas de masa debe ser mayor que el diámetro más grande alcanzado por el disco delgado durante el ciclo de compresión. De lo contrario, los bordes de las tortillas que tocan forman un borde lineal, un defecto. Estos se llaman "dobles" en la industria.

Traslado al Horno

Los discos delgados y circulares son transferidos al horno para ser cocidos. Una simple cinta transportadora realiza esta transferencia que dirige al horno las tortillas. Se emplean varios tipos de mecanismos para aumentar la eficiencia de transferencia de los discos en el horno, es decir, un chorro de aire separar la masa de la cinta de teflón, motores de velocidad múltiple y retracción correas transportadoras.

Los discos delgados de gran diámetro tienen más problemas durante el transporte, los discos más gruesos con diámetros más pequeños permanecen planos durante las transferencias. Los bordes de ataque y, a veces, el borde de salida del disco delgado ocasionalmente voltea o se pliega, o el centro del disco se convierte en un "gusano" después de la transferencia. Las áreas más gruesas del disco o las áreas que no tocan las láminas del horno no se cuecen al mismo ritmo que las áreas delgadas estos son defectos y deben ser evitados.

Equipo para hornear

El horno se compone mallas metálicas de alambres con cadenas de eslabones unidos a cada extremo se distribuyen tubos con agujeros (chorros) para proporcionar calor uniformemente entre (o en su interior) las cadenas superiores y de retorno y los listones del transportador. El delgado disco se calienta por conducción en

la superficie inferior a medida que se transporta listones, el disco también se calienta en cierta medida por convección (corrientes de aire del horno) y la radiación (de las superficies interiores del horno). Para entregar el disco delgado al siguiente nivel, se colocan barras de metal curvadas en el final del nivel. El disco se vuelca en el proceso, es decir, la superficie del disco que no estaba tocando con las lamas del primer nivel toca el siguiente nivel. En un horno, el tiempo de hornear es más corto, pero la temperatura es mayor que en el presado. Los discos se cuecen al horno a tres niveles de temperatura de 210 °C otro nivel de 190°C y 170 °C durante 36 segundos.

Los puntos de quemado uniformemente distribuidos en la superficie de la tortilla son apreciados por los consumidores. La masa no se calienta uniformemente si hay un espacio entre las lamas o si el disco fino no toca los listones. Las tortillas parecen más blancas (más opacas) cuando se calienta correctamente y más oscuro (más translúcido) cuando está bajo el horno. Esta también se observa en tortillas que tienen puntos de quemado, donde sólo la burbuja toca los listones y el disco fino se eleva de los listones. El área rodea a la burbuja es a menudo menos opaca.

Transporte, Refrigeración y Equipos de embalaje

Después de hornear, las tortillas son transportadas y enfriadas sobre malla de alambre o plástico transportadores durante 5 min. La pendiente del transportador de enfriamiento es normalmente menor de 10 °. Esto significa que, para tener una retención de 3,5 minutos de tortillas en el cooling, es necesario siete o nueve niveles y la distancia del transportador se incrementa. Un transportador asistido por vacío permite el levantamiento de totillas en una correa de plástico en un ángulo de 40-80 °, es decir, supone una distancia mucho más corta de transportador. Se aplica un vacío suave a la parte inclinada de la correa para sostener las tortillas en el cinturón. El tiempo que la tortilla permanece caliente (por encima de 65 °C) Durante el transporte prolonga el tiempo de cocción efectivo.

Tortillas pierden la humedad y el calor durante el transporte. Por lo tanto, el flujo de aire, la temperatura y la humedad, en el espacio alrededor de las tortillas y en el transportador afectar los perfiles de temperatura y de humedad de la tortilla. Si el Espacio se refrigera y deshumidifica con circulación de aire adecuada, la tortilla alcanza temperaturas inferiores a 25 ° C después de varios minutos, de lo contrario se necesita más tiempo, y la tortilla puede no alcanzar temperaturas de menos de 27 ° C.

Una ventilación inadecuada hace que las tortillas se adhieran o se peguen y se incrementa el contenido de humedad y problemas microbiológicos en el paquete. la orientación de tortillas en la cinta transportadora es importante para la eficiencia de la refrigeración, así como para la capacidad apilado, y / o envasado.

La evaluación visual de la calidad de la tortilla se ha realizado por trabajadores de la línea. Existen varios controles de aceptación de tortillas como las cámaras de infrarrojos y rayos X se utilizan para analizar y aceptar o no el producto por color o propiedades dimensionales. Los paquetes de las tortillas se pasan a través de un detector de metales antes de ser colocados en cajas. Las cajas tortillas son colocadas en pallets y se mantiene una temperatura ambiente o refrigerada.

1.1.5 Causas de deterioro y parámetros de calidad

El problema en la producción industrial de tortillas se puede dividir en cuatro tipos principales: ingredientes o formulación, masa, tortillas terminadas, y ajustes del equipo de procesamiento (mezcla de ingredientes secos, fabricación de masa, formación de torta de masa, tortilla, cocción, refrigeración y envasado).

La harina y el resto de los ingredientes incluidos en la formulación son los factores más críticos que afectan la calidad, la apariencia y la vida útil de la tortilla

Los factores más críticos están relacionados con la calidad y las características de la harina, que influyen en gran medida en la absorción de agua y en los requisitos de mezcla de la masa. La adición de niveles más bajos o más altos de agua que los resultados óptimos en pastas duras o holgadas, respectivamente, que causan problemas aguas abajo

Formula de las tortillas

El factor más crítico que afecta la calidad de la tortilla, la apariencia, y la vida útil tanto microbiana y de textura son los ingredientes utilizados para producirlos. La harina es el ingrediente más importante y abundante, influyendo en gran medida la calidad de la tortilla (color, textura, y sabor) y los parámetros de producción. Otros factores importantes son los niveles de grasa, la sal y puntos de quemado.

Las tortillas con altos niveles de grasa ($\geq 12\%$) son más fáciles de morder (menos resistentes) y más lubricadas.

El nivel de sal potencia el sabor y los niveles más altos ($\geq 1.8\%$) son comunes cuando las tortillas se comen solas o con otros alimentos. Niveles reducidos ($\leq 1,5\%$) son comunes en burritos.

El grado de horneado de la tortilla se muestra por la cantidad de puntos de quemado. A medida que las tortillas están más cocidas el almidón es dispersados y retrogradado formando geles rígidos de almidón que dan un aspecto de tortillas envejecidas. Las tortillas con menos tiempos de cocción y temperatura tienen menos almidón disperso y retrogradado, lo que hace que la tortilla mantenga su flexibilidad durante más tiempo.

La masa es la parte más importante para el control de las operaciones de tortilla. Los factores más importantes están relacionados con la calidad de la harina y características, que influyen en gran medida la absorción de agua y los requisitos de mezcla de masa (Waniska et al 2004). La adición de agua condiciona por encima o por debajo el óptimo con mayor dureza o menor consistencia. La cantidad de proteína de la harina es un factor determinante en las propiedades de la masa. El mayor problema de la masa es la dureza excesiva o falta de extensibilidad de la masa de la tortilla. Ya que esto requiere mayor energía para el procesado al necesitar más energía de amasado y mayores temperaturas en el procesado y esto reduce la eficiencia del proceso. Estos problemas de dureza se solucionan con un cambio de la formulación mediante la adicción de agua, un agente reductor (meta bisulfito o cisteína) masas con un alto nivel de adhesión se corrigen con la adición de aceites para lubricar las superficies. La adicción de grasa hace que se suavice la masa haciendo que las proteínas interactúen con menos tenacidad y también disminuyendo la absorción de agua de la masa. La adición de mono- y di-glicéridos contribuye al nivel de grasa, pero no afecta la suavidad de la masa.

Tabla n° 4: Solución de problemas de los principales defectos de masa y tortilla. Fuente: tabla de Waniska et al 2004.

Escenario	Problema / defecto	Soluciones
Masa		
Pasta dura	Las masas son más difíciles de cortar y prensar en caliente en discos de tortilla y generalmente requieren más tiempo de prueba. Estas pastas producen tortillas con superficies rugosas y con diámetros más pequeños.	Ajustar la absorción de agua de acuerdo con las propiedades de la harina, especialmente en términos de proteínas y parámetros Farinograph. Asegúrese de que la formulación tenga la cantidad adecuada de grasa. El uso de agentes reductores tales como bisulfitos o cisteína puede superar la dureza de la masa.
Masa suelta	Las masas son más difíciles de prensar en caliente porque tienden a pegarse a planchas calientes. Estas pastas producen tortillas delgadas con diámetros mayores.	Ajustar la absorción de agua de acuerdo con las propiedades de la harina, especialmente en términos de proteínas y parámetros Farinograph. Para producir una masa óptima desarrollada. Asegúrese de que la formulación tenga la cantidad adecuada de grasa. El uso de agentes oxidantes tales como ácido ascórbico o bromato de potasio puede solucionar este problema parcialmente.
Masa pegajosa	Las masas son más difíciles de mecanizar y prensar en caliente en discos de tortilla. Las bolas de masa pegajosa requieren más polvos de harina.	Ajustar la absorción de agua de acuerdo con las propiedades de la harina, especialmente en términos de proteínas y parámetros Farinograph. Asegúrese de que la masa esté mezclada o amasada óptimamente. Las masas pegajosas se forman generalmente por sobremezclado. Asegúrese de utilizar la cantidad adecuada de acortamiento y acondicionadores de masa, ya que reducen la viscosidad. El uso de cantidades indebidas de agentes reductores tales como bisulfitos o cisteína puede producir pastas pegajosas. La adherencia puede ser parcialmente superada cuando las bolas de masa se espolvorean adecuadamente.
Tortillas		
Tortillas con diferentes pesos	No se desea variabilidad en el peso de la tortilla porque afecta las dimensiones de la tortilla (diámetro y grosor) y el etiquetado. El paquete de tortilla declara un cierto peso por porción. Si es menor de lo declarado, no se cumplen con los requisitos de etiquetado.	Asegúrese de ajustar correctamente la máquina cortadora de bola de masa. Asegúrese de ajustar correctamente la configuración del horno y de medir la pérdida de peso durante la cocción y el enfriamiento.

Tortillas fuera de forma	Las tortillas fuera de forma son más comunes cuando se procesan mediante el procedimiento de prensado en caliente y no son bien recibidas por el consumidor.	Asegúrese de que las bolas de masa tienen el peso y las dimensiones adecuadas. Ajuste el espacio entre los platos calientes para reducir la variabilidad de la forma. Permita tiempo de prueba apropiado para presionar bolas de masa adecuadamente relajadas.
Tortillas sin sabor	El principal factor de calidad relacionado con las tortillas es el sabor. Este atributo está influenciado por los ingredientes y los parámetros de procesamiento. Los dos ingredientes que afectan negativamente el sabor son acidulantes y conservantes. El bajo y el exceso de cocción también afectan el sabor.	Compruebe los niveles de acidulantes y conservantes utilizados en la formulación. Un exceso de polvo de hornear también afecta al sabor negativamente. Asegúrese de ajustar adecuadamente las condiciones de horneado para evitar las tortillas bajo y sobre-cocidas.
Las tortillas se rompen.	Todos los productos de panadería, incluidas las tortillas, se deshacen progresivamente después de hornear. Los principales factores que causan el agrietamiento o rompimiento del tortilla están relacionados con la formulación y procesamiento.	Compruebe que la masa esté mezclada óptimamente; Las pastas con poca pasta producen tortillas que son más propensas a perder la textura deseada. Compruebe los niveles de grasa, emulsionantes y gomas en la formulación. Proteja las tortillas de la pérdida de humedad durante el almacenamiento, utilizando materiales de embalaje adecuados.
Tortillas crudas o tortillas demasiado pálidas	Las tortillas bajo el horno son demasiado pálidas, carecen de las marcas de tostadas características, y por lo general son más propensas al deterioro microbiano debido a su alta actividad de agua.	Ajuste la temperatura de los diferentes niveles del horno y el tiempo de permanencia.
Tortillas demasiado cocidas o oscuras	Las tortillas demasiado cocidas son demasiado oscuras, tienen marcas de tostadas excesivas y son más propensas a perder textura durante el almacenamiento. Además, su rendimiento es menor porque su menor humedad afecta negativamente a la velocidad de retrogradación del almidón.	Ajuste la temperatura de los diferentes niveles del horno y el tiempo de permanencia.
Tortillas mohosas	Las tortillas se enmohecen si se envuelven demasiado calientes (debido a la condensación del agua dentro del paquete sellado). Las tortillas también pueden haber estado en contacto con equipos insalubres.	Compruebe los niveles de acidulantes y conservantes utilizados en la formulación. Compruebe el pH de la tortilla, la humedad y la actividad del agua. Asegúrese de enfriar adecuadamente las tortillas antes de envasado. Envase y selle las tortillas enfriadas inmediatamente para minimizar la contaminación cruzada. Desinfecte las áreas de contacto superficiales para minimizar la contaminación cruzada.

Pegado de tortillas empaquetadas

El pegado de tortillas empaquetadas es altamente indeseable porque reduce la aceptación del consumidor. La principal causa de adherencia en las tortillas es la migración de humedad de la tortilla cocida a sus superficies.

Deje que las tortillas cocidas al horno se enfríen a menos de 28 ° C antes del envasado para evitar que se peguen. Evite condiciones drásticas de prensado en caliente (tiempo, temperatura, presión) debido a que las tortillas tendrán una mayor tendencia a adherirse. Evite el quemado porque es un precursor importante a pegarse. Lleva a almohadilla o hinchazón, lo que aumenta la adherencia de tortillas empaquetadas. Evite el sobrepeso (peso excesivo) de las tortillas. Evite usar niveles excesivos de agentes reductores (bisulfito de sodio o cisteína), que debilitan la estructura del gluten y aumentan la adherencia de las tortillas horneadas.

Una de las principales causas de la masa dura es la harina de trigo con demasiada proteína o muy fuerte (Waniska et al 2004). Esto es así porque durante la formación de la masa no se consigue el mezclado de la proteína de una forma adecuada para conseguir una masa extensible. Una manera de mejorar esta característica es la adición de agente reductor.

Por el contrario, masas demasiado extensivas y suaves disminuyen la eficacia del proceso y provoca fallos en el ajuste del equipo. Este problema se corrige de una forma sencilla con la disminución del agua en la formulación o la adición de gluten o agentes oxidantes (bromato de potasio y / o ácido ascórbico).

La pegajosidad de la masa es un problema durante el procesamiento porque reduce la facilidad de manipulación de la masa en el mezclador, la división de las bolas y la presa en caliente. También afecta al almacenamiento de las tortillas empaquetadas. En términos de formulación, algunas harinas tienden a producir una mayor incidencia de masa pegajosa. Estos por lo general contienen un gen derivado de centeno que imparte resistencia a royas, pero aumenta la posibilidad de pegajosidad (Martin y Steward 1986). El uso de manteca plástica y emulsionante puede contrarrestar este efecto.

Problemas en las tortillas

El aumento del horneado permite desarrollar la estructura interna de la tortilla. La estabilidad de las tortillas función de las proteínas, por tanto, la proteína es determinante para el horneado del producto.

Un contenido de gluten alto en la masa corresponde a tortillas con mayor estabilidad, pero diámetro más pequeño más grosos y menos opacidad. Las harinas con una cantidad de proteína elevada no son ideales para la elaboración de tortillas. Por lo contrario, una proteína débil produce tortillas más delgadas y de mayor diámetro y con más opacidad.

Fibras solubles tienen una alta afinidad por el agua favorece la adición de agua a la formula. Pero retrasa la hidratación de la proteína y necesita un mayor tiempo de amasado.

Los condicionadores con grasas (aceite, grasa, emulsionante) y el agente reductor (cisteína, metabisulfito) se utilizan comúnmente para superar las limitaciones en la calidad de la proteína de harina (Serna-Saldívar et al., 1988).

Los mono- y di-glicéridos se añaden comúnmente a las masas de pan y tortillas para mejorar drásticamente la suavidad de la miga y textura de la tortilla durante el almacenamiento. Esto se consigue disminuyendo la dispersión de almidón durante la gelatinización y completando con amilosa. El primer mecanismo disminuye la cantidad de amilosa dispersa durante la cocción, mientras que el segundo mecanismo disminuye la fuerza del gel de amilosa retrogradada (Schuster y Adams 1984). Los agentes reductores disminuyen la fuerza de gluten de la masa (Serna-Saldívar et al., 1988). Esto permite que la masa se presione más fácilmente en grandes discos finos en la prensa en caliente y disminuye el encogimiento del disco durante la cocción.

Tortillas que no cumplen el peso adecuado. El proceso productivo se debe ajustar para la producción homogénea en cuanto a pesos de las tortillas. La formación de tortillas más ligeras es más problemática porque no cumplen los requisitos de etiquetado, sin embargo, la formación de tortillas de más peso es menos rentable.

Tortilla con cocción elevada o poco cocida. Ambos tipos de tortillas no son aceptadas por los consumidores, pero además las tortillas poco cocidas con alta actividad de agua tienen más problemas por contaminación microbiana. Los productos sobre cocidos producen producto con un nivel bajo de humedad que afecta negativamente a la velocidad de retrogradación del almidón y a la textura del producto.

Tortillas que se pegan entre sí. Las tortillas se pueden pegar entre sí a la hora de envasar, produciendo el efecto stickiness, este efecto es indeseable en el consumidor. La causa principal de pegarse de las tortillas es empaquetar mientras que las tortillas están todavía calientes. Para evitar que se pegue, se recomienda un enfriamiento eficiente antes de su envasado (Serna-Saldívar et al., 1988). Otro factor que condiciona la pegajosidad de las tortillas son la formación de burbujas en las tortillas y el aumento de la migración de la humedad por cambio de temperatura y el sobre envase o peso excesivo.

Tortillas deterioradas antes de la fecha de caducidad. Los parámetros de formulación y procesamiento afectan ambos a la vida útil. En términos de funcionalidad, los principales aditivos alimentarios utilizados para prolongar la vida microbiana plataforma son acidulantes y agentes antimoho como el sorbato de potasio y propionato de calcio, mientras que manteca, condicionadores de masa, o emulsionantes e hidrocoloides se usan como mejoradores de la textura y la tortilla capacidad de recalentamiento (Serna-Saldívar et al., 1988;)

1.2 Envasado de tortillas.

La función del envase es la de contener el producto realizando cuatro funciones básicas: contención, protección, comunicación.

Para el caso de las tortillas de trigo envasadas en atmosfera modificada el envase debe de tener varias cualidades que se explican a continuación.

- Barrera de protección para la conservación de la atmosfera modificada que favorece su conservación y debe evitar la pérdida de humedad de las tortillas relacionada con el endurecimiento del producto.
- Resistencia técnica o mecánica para soportar el proceso de termo conformado y la manipulación en el proceso de fabricación, transporte y comercialización. La resistencia a tracción, fricción, punción impactos, desgarros, abrasión, aptitud para el termo formado, facilidad de sellado, resistencia a bajas y altas temperaturas son cualidades a tener en cuenta en el envase.
- Propiedades comerciales capacidad de ser atractivos al consumidor mediante, capacidad, antivaho, facilidad de apertura, aptitud de impresión y transparencia del envase.
- Otras cualidades serían: las económicas, legales, medioambientales.

1.2.1 Envases en el mercado para Tortillas.

El mercado español se caracteriza por la presencia de una o dos marcas con una imagen reconocida y el resto corresponden a marcas blancas de grandes superficies.

Los tipos de envases que hemos encontrado son bastantes similares y el que distinguimos dos grupos principales:

- Envases laminados formados por dos piezas termo sellados y una de ellas termo formada.
- Envases plásticos tipo bolsa formados por única pieza no deformada pero termo sellado en tres líneas.



Figura 1: Envases termo formados existentes en el mercado. Fuente: elaboración propia.

Este tipo de envase esta formado por dos partes la superior que lleva la información del producto y esta impresa y la parte inferior que esta termoformada y que contiene el producto, ambas partes se unen por medio de un termosellado. El material que forma el envase es un material plástico transparente laminado por varias capas que le confieren las propiedades de resistencia y barreras antes comentadas,



Figura 2: Imágenes de envases para tortillas de trigo de envasado vertical. Fuente: imágenes propias

Estos envases tipo bolsa se forman verticalmente con un único rollo de material plástico. El paquete se forma por sellado de tres líneas o puntos, que son la superior e inferior y la longitudinal. El material que forma el envase no se deforma y está formado por material plástico.

1.2.2 Tecnología de envasado MAP

El envasado bajo atmósfera modificada es una técnica que ayuda a mejorar la conservación del alimento envasado reemplazando la atmósfera que rodea al producto en el envase por atmósfera modificada (una mezcla de gases). Dentro del envase, las reacciones metabólicas del producto con los gases de la atmósfera (oxígeno y dióxido de carbono) alteran la composición inicial. El envasado bajo atmósfera modificada es utilizado para una gran variedad de productos, entre ellos carnes, pasta y algunos tipos de queso. La atmósfera modificada que se utiliza para el envasado de alimentos es una combinación de tres gases, oxígeno (O₂), dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂). La combinación de estos tres gases viene determinada por el tipo de producto a envasar.

El nitrógeno (N₂) es un gas incoloro, inodoro, insípido e inerte con una solubilidad muy baja. Dentro del envase sustituye al oxígeno y estabiliza el envase. También sirve para que la atmósfera en el envase circule y los productos no se peguen.

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro e inodoro con un ligero sabor ácido. Se obtiene a partir de fuentes naturales y como subproducto de procesos fermentativos. Es soluble en agua y grasas es el único con propiedades bacteriostáticas, fungistáticas e insecticidas. Su mecanismo de acción no se ha descrito por completo aunque se sabe que prolonga la fase de latencia microbiana. Para lograr estos efectos su concentración debe estar comprendida entre 20-60%. Es muy eficaz frente a bacterias aerobias Gram-negativas (*Salmonella*, *Escherichia coli*) y mohos. En menor medida también afecta a bacterias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus*) y levaduras. En cambio, favorece el desarrollo de otros microorganismos como las bacterias ácido

lácticas. Debido a su acción antimicrobiana las atmósferas que contienen dióxido de carbono se denominan atmósferas activas (100% de CO₂ o combinación de CO₂ -O₂ con una proporción elevada del primero) o semiactivas (mezclas de CO₂ -N₂ o CO₂ -N₂ -O₂).

Como hemos comentado el CO₂ es soluble en agua y grasas y cuando se produce en exceso en un envase se producen fenómenos negativos como: **El colapso del envase** (retracción) y **la formación de exudado**.

El **colapso** del envase se produce la retracción del envase debido a la disminución de la presión al desaparecer el CO₂ que ejercía esa presión.

La formación de **exudado** es originada por la pérdida de la capacidad de retención del agua de las proteínas. El CO₂ al disolverse da ácido carbónico que se descompone y acidifica el medio, baja el pH. Esta acidificación desnaturaliza las proteínas perdiendo el agua que tienen retenida.

Otro inconveniente del empleo de dióxido de carbono es que difunde a través del material de envasado entre 2 y 6 veces más rápido que otros gases de envasado en atmósfera protectora. En general, la relación de permeabilidades corresponde a CO₂ > O₂ > N₂ (García, E, Cago L, Fernández, J.L. 2006).

El oxígeno (O₂) es un gas incoloro, inodoro e insípido. Se trata de un gas altamente reactivo y comburente, es decir, que favorece las reacciones de combustión. Es uno de los principales agentes alterantes de los alimentos. En la mayoría de los productos envasados en atmósfera protectora el objetivo prioritario es eliminarlo o reducir su concentración hasta el menor valor posible. De este modo, se inhiben las reacciones de oxidación que originan sabores y olores desagradables y el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes que lo necesitan para su actividad metabólica.

1.2.3 Propiedades de los materiales de envasado

Para conseguir el buen funcionamiento de una atmósfera modificada el material del envase debe de cumplir una serie de características necesarias para conservar el ambiente creado del ambiente exterior. Las principales cualidades que debe presentar son:

En nuestro producto es importante que se mantenga la capacidad barrera frente a la humedad, gases y olores a la vez que tenga cualidades de resistencia a tracción, punción necesaria para la manipulación durante el proceso productivo como durante su almacenamiento transporte, comercialización y consumo. La capacidad de termo sellado y aptitud al termo formado es importante para garantizar la formación de un envase estanco y resistente. Todas estas cualidades son muy difíciles de concentrar en un único material por lo que se utilizan materiales compuestos llamados poli laminados que aportan cada una de las cualidades necesarias.

Mientras que el PVC, PET, Nylon, PVdC y EVOH ofrecen una buena barrera a la transmisión de gases, muchas veces la barrera al vapor de agua no es suficiente para muchas aplicaciones. El PE, PP y EVA ofrecen altas barreras al vapor de agua, lo que ayuda a evitar que el producto transmita humedad hacia fuera del envase y se seque, o que un producto seco atraiga humedad desde fuera del envase y se humedezca. De otra parte, tienen permeabilidades a gas que son demasiado elevadas para poder mantener la atmósfera modificada dentro del envase.

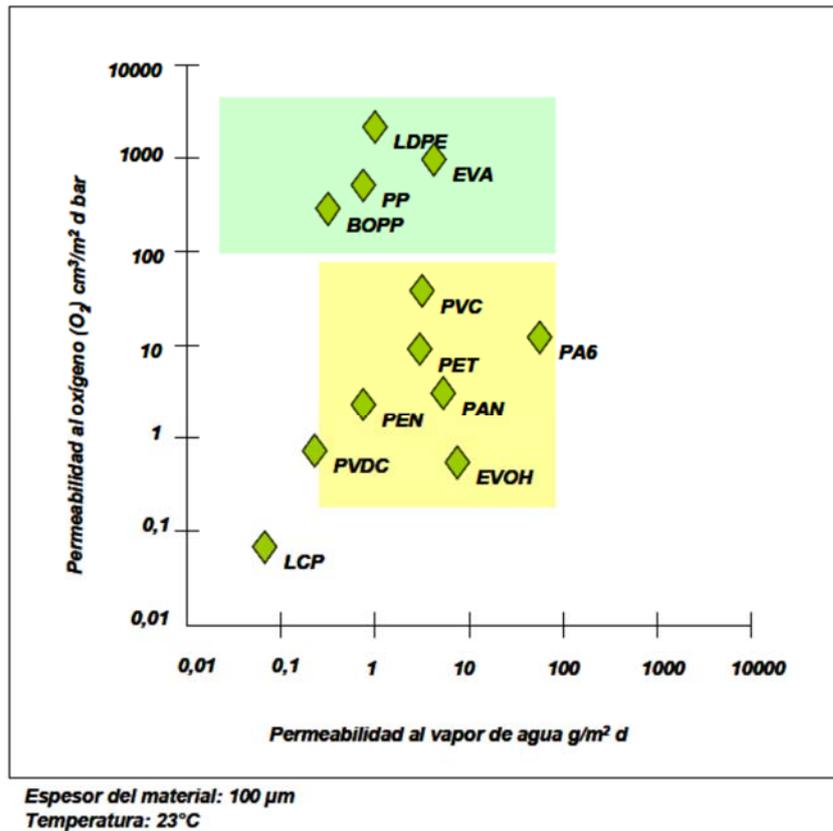


Figura 3: Permeabilidad y vapor de agua de láminas utilizadas para MAP. Fuente:www.guiaenvase.com.

Con el fin de obtener una lámina que tenga suficiente barrera a gases y al vapor de agua, y que ofrezca otras propiedades requeridas hay que combinar dos o más láminas de diferentes polímeros mediante la laminación o producir una lámina multicapa a través de la coextrusión.

Materiales para envases alimentarios

Un polímero es una macromolécula formada por unidades que se repiten, unidas por enlaces covalentes.

El elevado tamaño molecular de los polímeros se alcanza por la unión de moléculas pequeñas llamadas monómeros. Cada unidad repetida, o unidad monomérica, es un eslabón de dicha cadena macromolecular. La obtención de polímeros a partir de monómeros se llama polimerización, que es el proceso químico por el que los monómeros se van enlazando unos con otros. Un polímero se compone de macromoléculas, de diversas longitudes, que se estructuran a nivel molecular, en forma de ovillo, dando lugar a lo que se llama ovillo molecular. Muchas veces se compara la estructura molecular de un polímero con el aspecto de un plato de espagueti, en el que existen cadenas de distintas longitudes, más o menos enmarañadas (Pascual A. 2011). La forma en la que se estructuran las cadenas de un polímero define las propiedades y las características de los distintos tipos de polímeros: si están más o menos ordenadas, si son más largas o más cortas, si existen cadenas de longitudes muy diferentes o si, por el contrario, todas las cadenas son de longitudes similares, etc.

Además de las diferentes propiedades de partida que tienen los polímeros, éstos raramente se encuentran solos en la fabricación de los productos plásticos. Junto a ellos se encuentran numerosos **aditivos**, que son sustancias químicas que se añaden a los polímeros para modificar y mejorar sus propiedades como estabilizadoras del

proceso, lubricantes externos e internos, plastificantes, antiestáticos, pigmentos, antioxidantes, estabilizantes ultravioletas, biocidas, ignífugos, etc.

PE-Polietileno

Es un termoplástico fabricado a partir de etileno (elaborado a partir del etano), en forma de gránulos o polvo blanco. Sus propiedades técnicas dependen de su masa molecular, la ramificación de la cadena y el grado de cristalización, por lo que el método de elaboración influye considerablemente, especialmente la presión.

Todos los polímeros derivados del etileno tienen una gran resistencia a los productos químicos, ácidos, bases, aceites, grasas, disolventes y una resistencia moderada a los hidrocarburos normales y clorados. Tienen una gran facilidad para la extrusión que le permite su utilización como recubrimientos de otros materiales, cartón, aluminio... etc.

Según la temperatura se puede transformarse en varios tipos de polímeros los más importantes son:

- Polietileno de baja densidad (LDPE) Es resistente a bajas temperaturas (-50°C), impermeable, buena barrera para la humedad y baja barrera para los gases. Gran flexibilidad, soldable por calor, resistencia al cuarteamiento, resistencia química y dieléctrica, no resistencia a altas temperaturas pero admite el termo formado, impermeable se utiliza para realizar películas flexibles, bolsas de basura, películas retráctil.
- Polietileno de alta densidad (HDPE) Es resistente a bajas temperaturas (-40°C), resistencia a altas temperaturas aceptable (110°C), impermeable, buena barrera para la humedad y baja barrera para los gases, menor flexibilidad, peor transparencia y termo soldabilidad, no tóxico y se utiliza para bolsas de cereales, cemento, envoltorio industrial, botellas, tuberías..etc.

PP- Polipropileno

Es termo plástico que se obtiene por polimerización lineal del propileno, los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso.

Plástico rígido de alta cristalización, elevado punto de Fusión resistente a la esterilización (135°C) y termosoldable, excelente resistencia química a grasa y baja densidad (la más baja de todos los plásticos). Muy sensible al frío y a la luz ultravioleta (envejece rápidamente), por lo que necesita estabilizadores de luz. Barato, resistente a la temperatura y no tóxico.

Se utiliza para recubrimiento de quesos, bolsas flexibles, botellas para bebidas, bandejas esterilizables, tapones, jarras.

PA- Poliamidas

Son polímeros que en la cadena principal presentan grupos amida. Son de la familia del nylon y son muy resistentes mecánicamente hablando, tienen propiedades físicas próximas a los metales con resistencia a la tracción de entre 400- 600 kg/cm². Bajo peso específico de entre 1,04 a 1,15, fácil moldeo, resistencia buena a

la congelación (-40°C), resistencia buena a la esterilización (130°C), buena barrera a aromas, barrera baja al agua, resistencia química atacable por ácidos y fenoles.

Los usos principales son la capa exterior de complejos en laminados flexibles, rígidos y bolsas de esterilizar.

EVOH- Etileno Alcohol vinílico

Es la mejor barrera polimérica a gases permanentes, pero difícil de procesar y es soluble en agua y sensible a la humedad, resistencia buena a la congelación (-40°C), resistencia buena a la esterilización (130°C), resistencia química excelente sobre todo a grasas y aceites orgánicos, buenas características mecánicas. Sus diferentes propiedades provienen de su porcentaje de alcohol.

El EVOH tiene dificultad en el termoformado profundo ya que puede producir la rotura de la capa barrera formándose grietas y fisuras, puede producirse una rápida velocidad de cristalización y aumento de la resistencia al estiramiento.

Se utiliza como elemento barrera en los laminados en la capa interior, en recipientes termoformados rígidos carnes, pescado, quesos, snack, café, té, condimentos, bag-in-box.

1.2.4 Procesos de transformación de polímeros para obtención de envases.

Existen muchos procesos para transformación formación de envases, pero los que más nos interesan son los siguientes:

- Extrusión y co-extrusión de film soplado: Obtención de film de una o varias capas.
- Extrusión y co-extrusión de lámina plana: Obtención de film y lámina de una o varias capas.
- Termoconformado: Obtención de bandejas y barquetas.
- Laminación e impresión: Obtención de film multicapa.

Extrusión y co-extrusión de film soplado: Obtención de film de una o varias capas.

La extrusión consiste en la obtención de longitudes ilimitadas de producto con una sección transversal constante, que se consigue al darle forma al material fundido obligándolo a pasar a través de una boquilla con la forma de la sección que se desee obtener, bajo condiciones controladas de presión y temperatura. Es decir, el material plástico fundido se hace pasar a través de una boquilla que tiene una forma determinada, de manera que tras el paso por esta boquilla el material adquiere esa forma, que se mantiene cuando el material se enfría. Para envase tipo lámina, lo más habitual es que la boquilla tenga forma de ranura, con lo que se obtiene una lámina plana (extrusión de lámina plana), o bien de anillo, con lo que se obtiene un globo de material (extrusión soplado de film).. La extrusión de film soplado consiste en extruir un tubo de termoplástico para hincharlo con aire hasta varias veces su diámetro inicial, formando un producto tubular que se llama globo, el cual puede recogerse, una vez el material ya se ha enfriado, en forma de film doble. En el proceso se pueden incorporar varias extrusoras con cabezales especiales con el objetivo de obtener estructuras multicapa. Este proceso se denomina co-extrusión.

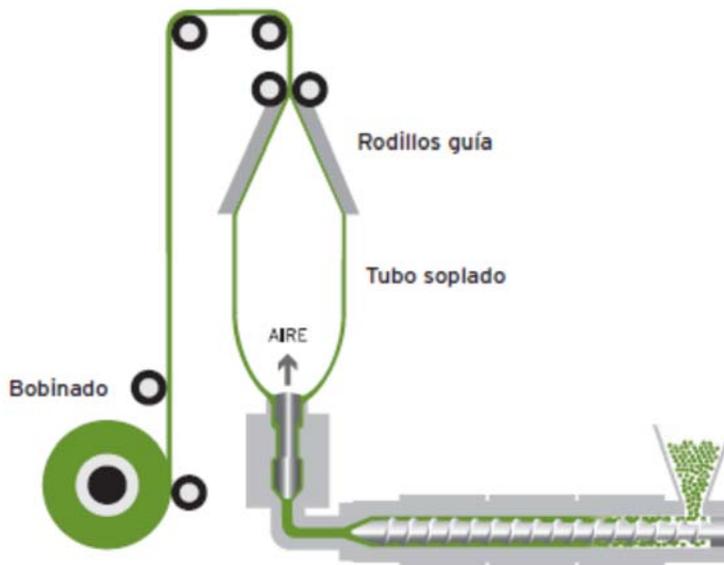


Figura 4: Esquema del proceso de extrusión soplada de globo e imagen del globo e imagen del globo formado por el film plástico. Fuente: [www. Aimplas.es](http://www.Aimplas.es).

Extrusión y co-extrusión de lámina plana: Obtención de film y lámina de una o varias capas.

Este proceso consiste en la extrusión del material al que se le obliga a pasar por un cabezal de ranura transversal, de forma que obtendremos una lámina continua. Esta se recoge en una serie de rodillos, los cuales pueden estar atemperados. Dichos rodillos les darán las dimensiones finales (espesor y anchura) además de tener otras funciones como la de solidificación, tratamientos superficiales, orientación, enfriamiento y estabilización. En este proceso pueden obtenerse estructuras multicapa introduciendo diferentes extrusoras, proceso denominado co-extrusión.

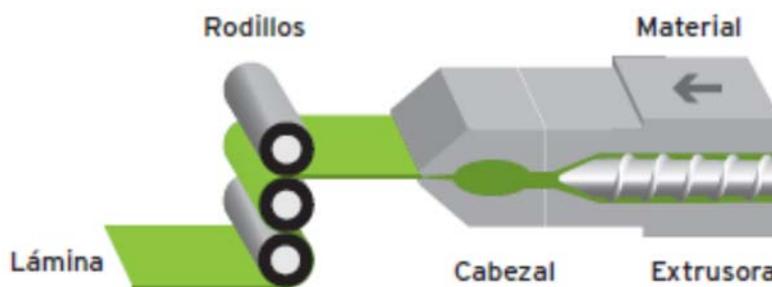


Figura 5: Esquema del proceso de extrusión de lámina plana y del producto obtenido. Fuente: [www. Aimplas.es](http://www.Aimplas.es)

Termoconformado: Obtención de bandejas y barquetas.

El termoconformado es un proceso de fabricación de piezas en el que se parte de una lámina de materiales plásticos previamente obtenida en un proceso de extrusión. La lámina, por la acción del calor, se deforma hasta el punto que queda moldeable y le permite adaptarse al molde con la forma del artículo final. Para adaptarse al molde se emplea vacío o aire comprimido en función del tipo de proceso.



Figura 6 Esquema del proceso de termo conformado. Fuente de: [www. Aimplas.es](http://www.Aimplas.es).

Laminación e impresión: Obtención de film multicapa.

El proceso de laminación permite realizar estructuras multicapa mediante la unión de dos o más films o láminas de plástico con adhesivos. Estas industrias pueden realizar recubrimientos y procesos de impresión.

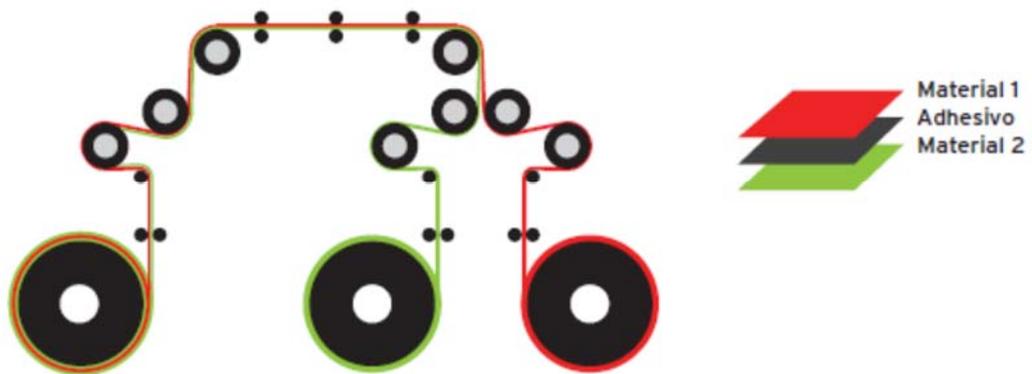


Figura 7 Esquema del proceso de laminación y de un ejemplo de laminado de 2 capas. Fuente: [www. Aimplas.es](http://www.Aimplas.es)

2 Identificación y exposición del problema

2 Identificación y exposición del problema

En el proceso de conservación de tortillas de trigo y maíz para el consumo de burritos y fajitas, típicos de la comida mexicana, se utiliza una atmosfera modificada (MAP) forma principalmente por dióxido de carbono y nitrógeno (aprox. 60% CO₂/40% N₂ y 0.5% O₂). El envase primario se realiza con un laminado extrusionado transparente que hace de barrera para la conservación de esta atmosfera modificada, la atmosfera del interior del envase evoluciona a lo largo de la vida útil del producto a través de las reacciones entre la mezcla de gases existentes en el envase y las tortillas, ya que el intercambio con el exterior es mínimo.

El suministro del material plástico, que tras el conformado forma el envase, es suministrado por dos proveedores (W y M). Aunque el espesor de los dos productos es igual (118 µm) la estructura de cada uno de los plásticos es diferente, así, el proveedor W está formado por PA/EVOH/PA /PE con los siguientes espesores 29 µm/5 µm/21 µm/63 µm respectivamente y el proveedor M por PP/PA/EVOH/PA/PE con los siguientes espesores 41,7 µm/9,7 µm/3.8 µm/10 µm/53,8 µm respectivamente. Como podemos ver en ambos casos existe una barrera mecánica y aislante con el exterior formada por sándwich de PA/EVOH/PA. El método de fabricación de los envases de los dos proveedores se basa en la co-extrusión, pero uno por el método por soplado (M) y el otro por co-extrusión de lámina plana (W). Como hemos explicado antes estas técnicas son procedimientos constructivos diferentes que confieren al film propiedades diferentes.

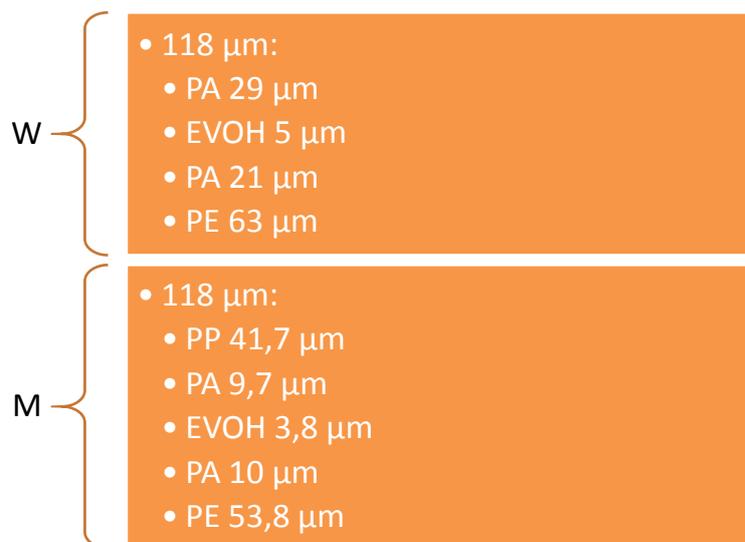


Figura 8: Esquema de composición de los plásticos usados. Fuente: fichas técnicas productos.

Las principales características técnicas de los productos según sus fichas técnicas son las siguientes:

- **W:**
 - o Permeabilidad al oxígeno: < 1,5 cm³/m²dbar (T° 23°C Hr 50%)
 - o Permeabilidad al vapor de agua: < 2 g/m² d (T° 23°C Hr 50%)
 - o Resistencia de tracción : > 40 Mpa (DIN 527-1/3)
 - o Resistencia Punción: > 15 N

- **M:**

- Permeabilidad al oxígeno: 0,6 cm³/m²dbar (T° 23°C Hr 50%)
- Permeabilidad al vapor de agua: 0.7 g/m² d (T° 23°C Hr 50%)
- Elongación a rotura 420%
- Resistencia de tracción : 75 Mpa (DIN 527-1/3)
- Resistencia Punción: 35 N

El film es suministrado por el proveedor y es en la fábrica donde se produce la formación de los envases, esta se realiza de forma automática por medio de una termo formadora (MULTIVAC R535 y R530) que da forma a al film inferior mediante el efecto del calor, de aire comprimido y vacío.



R 535

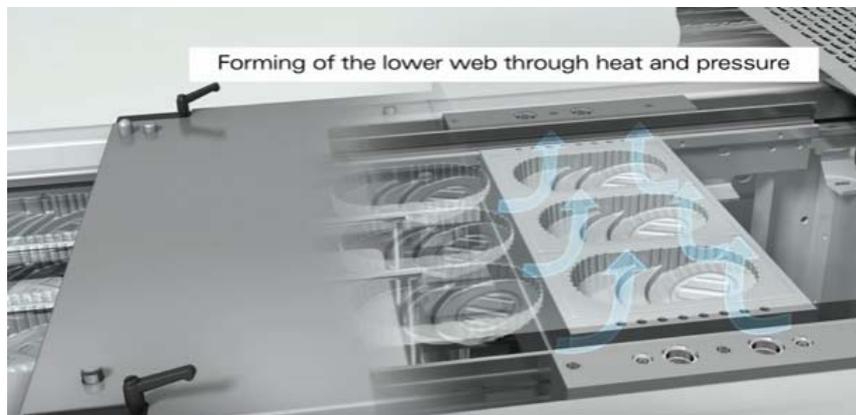


Figura 9: Imágenes de máquina de envasar. Fuente: catálogos Multiva www.multivac.com.

La producción de tortillas en la fábrica de estudio está formada por 6 líneas que realizan tortillas de diferente composición (harina de trigo, harina de maíz, harina integral y harina con salsa de tomate) con una disposición posible en 4, 6, 8 10 y 12 tortillas en cada paquete y en los tamaños de 6, 8 y 10 pulgadas. El esquema de fabricación es el siguiente:

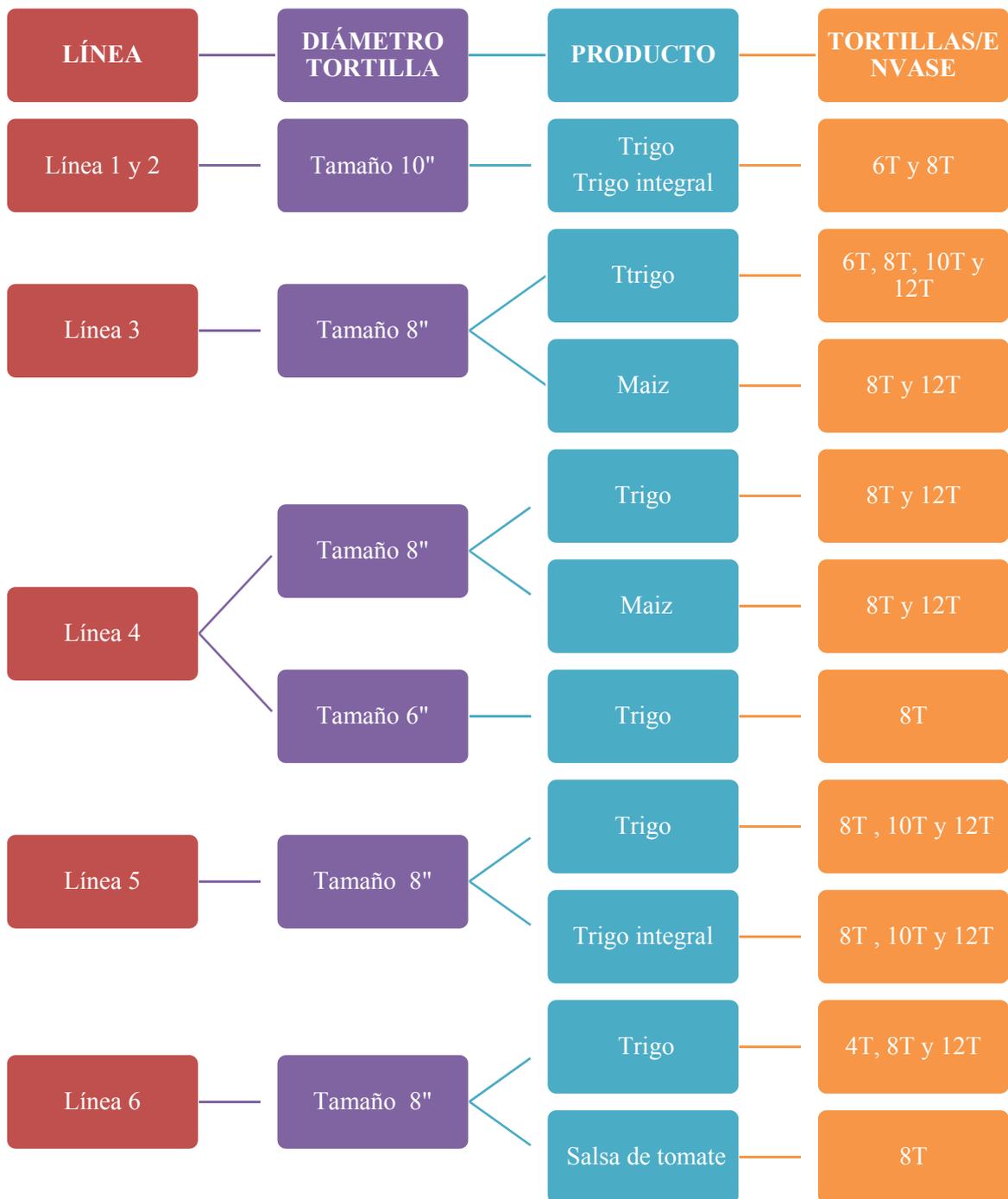


Figura 10: Esquema de producción de tortillas. Fuente: datos propios.

Además de los productos terminados se producen semiterminados que formarán parte de un kit de elaboración de burritos o fajitas compuesto también por salsa de tomate y sazónadores.



Figura 11: Envase para tortillas, parte inferior. Fuente: imagen propia.

Una vez conformado el envase se observa que los espesores de la parte inferior del envase varían en función de la posición; así la línea de la base posterior al curvado presenta y las esquinas presentan unos espesores menores que el resto del envase.

Con la introducción de un nuevo proveedor de plástico para formación del envase se han realizado diferentes mediciones de los espesores de los envases. Se ha observado como el espesor del envase varía en función de la posición del punto de medición dentro del envase, el material plástico de origen, el número de tortillas y tamaño del envase. Por lo anteriormente comentado, existen dudas si las diferencias encontradas en los envases pueden influir en la capacidad de permeabilidad y mecánica del envase, y por tanto, en la capacidad de protección y en la vida útil del producto. Todo lo comentado anteriormente ha llevado a proponer la ejecución del presente proyecto.

3 Objetivos

3 Objetivos

Los objetivos que se pretende alcanzar con la investigación son los siguientes:

El objetivo principal del trabajo fin de máster es realizar un análisis comparativo del uso de films laminados para envases de tortillas de dos proveedores diferentes. Para ello se establecen los siguientes objetivos específicos:

El primer objetivo específico es el análisis de la influencia del tipo de material plástico de partida sobre los espesores de los envases formados.

El segundo objetivo específico es la determinación de las características mecánicas de los envases tras su proceso de formación teniendo en cuenta diferentes posiciones dentro del envase. En el estudio se ha estudiado la resistencia a tracción y a punción.

El tercer objetivo específico es estudiar la influencia de tipo de material plástico sobre la protección del producto. Este objetivo se estudiará mediante la realización de estudios de vida útil acelerada. Los parámetros medidos son el pH, la actividad de agua el porcentaje de humedad y la evolución de la concentración de gases dentro del envase.

Otro objetivo complementario es el estudio de la influencia de la maquinaria sobre las prestaciones del envase manteniendo el mismo material plástico para las dos líneas de envasado estudiadas. Los resultados obtenidos sobre las propiedades mecánicas del envase pueden dar información sobre el comportamiento frente al termo formado y resistencia a la manipulación durante el proceso productivo, transporte y comercialización

Con los resultados obtenidos de los ensayos se realizará un tratamiento estadístico que determine si las diferencias encontradas en los parámetros-respuesta son significativas entre los dos materiales plásticos estudiados y determinar si sus prestaciones son equiparables, Las conclusiones del trabajo darán una visión de cómo el cambio de film afectará al producto final en las características tenidas en cuenta.

4 Diseño Experimental

4 Diseño Experimental

4.1 Selección de las variables experimentales

Las variables a tener en cuenta son:

- **Material plástico:** dos tipos de materiales de partida el material W y el material M suministrados por proveedores distintos.
- **Líneas de producción:** existen 6 líneas (L1, L2, L3, L4, L5 y L6) y dos máquinas termo formadoras (R-530 y R-535).
- **Tamaño del envase:** hay 12 tipos de envases. según el nº de tortillas envasadas hay 4 posibilidades (4T, 6T, 8T y 12T) y según el tamaño de la totillas existen tres opciones 6, 8 y 10 pulgadas.
- **Tipo de tortillas:** trigo, trigo integral, de maíz y de salsa de tomate.

Para el diseño del experimento se seleccionan las siguientes variables concretas:

- **Material plástico:** dos variables el material W y M.
- **Líneas de producción:** las líneas L3, L4 y L6, que corresponden con los dos tipos de modelos de maquinaria para envasado R-530 y R-535
- **Tamaño del envase:** tortillas de 8 pulgadas (8") envasadas en paquetes de 8 tortillas (8T) y tortillas (12T)
- **Tipo de tortilla:** trigo.

Eligiendo los dos tipos de termo formadoras podemos ver si existe influencia del modelo de maquinaria sobre los espesores de los envases obtenidos, esto nos lleva a la elección de tres líneas de producción concretas (L3, L4 y L6). También nos ha parecido importante tomar las muestras del tamaño estándar de tortillas de 8", ya que es el tamaño de tortillas que más se produce, facilita una posterior comparación y aplicación de los resultados obtenidos con otras líneas productivas. Para anular el factor de la influencia del requerimiento del producto a envasar se ha elegido las tortillas de trigo que son las más producidas. Para la disposición de las tortillas en el envase se han tomado los tamaños de 8 tortillas (8T) y 12 tortillas (12T), con esto podremos ver para ver si el aumento del fondo del envase puede influir en las prestaciones del envase. En general, las variables se han elegido porque son las más representativas en volumen de la producción, además de ser, las que posibilita la comparación entre líneas.

Para los paquetes de 8 tortillas (8T) se comparan los distintos materiales plásticos y las distintas maquinarias tal y como se aprecia en el siguiente esquema.

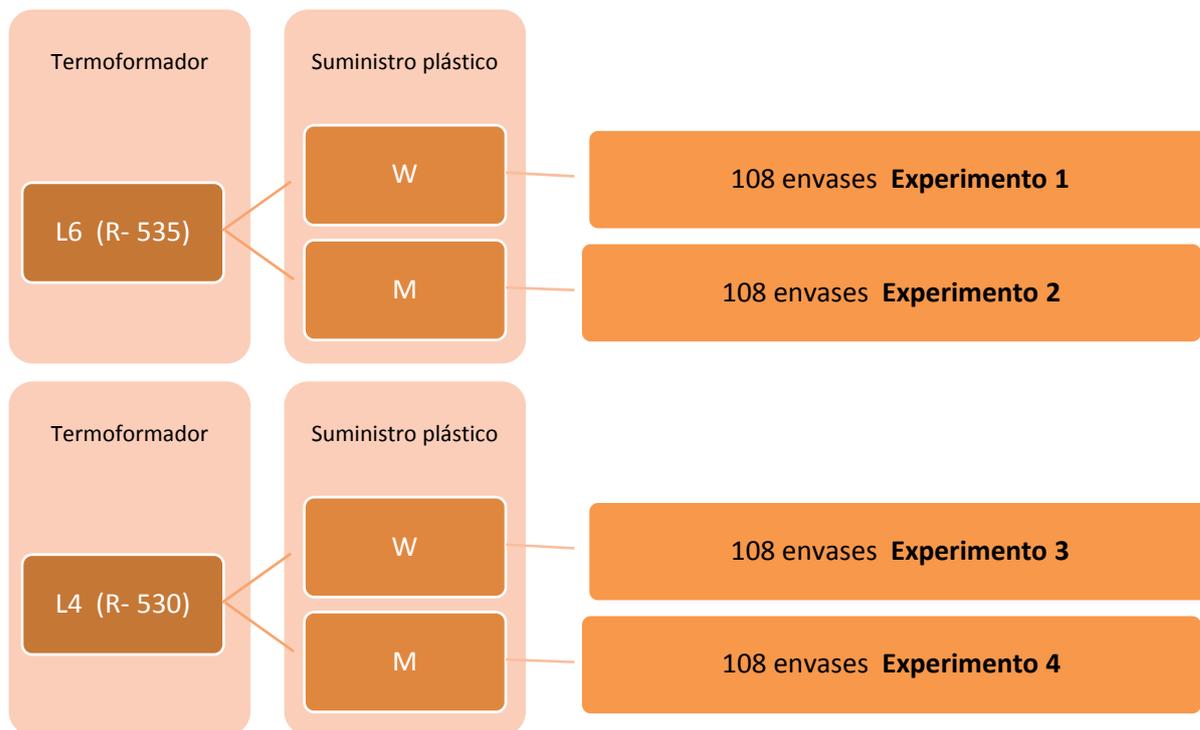


Figura 12: Esquema del experimento principal. Fuente: datos propios.

Para los paquetes de 12 tortillas (12T) se mantiene el mismo material plástico y se comparan las distintas maquinarias tal y como se aprecia en el siguiente esquema.

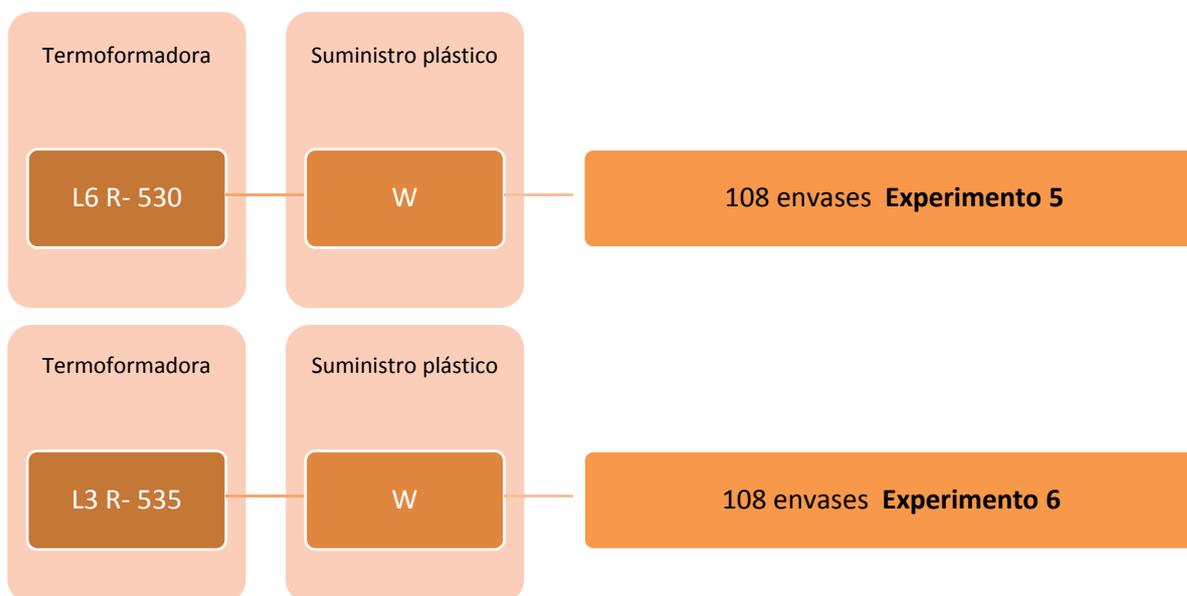


Figura 13: Esquema de experimento secundario. Fuente: datos propios

Para la realización de la toma de muestras del experimento de vida útil se propone para cada combinación la recogida de envases en 22 horas (aprox. un día), tomando 5 paquetes por hora, dando 110 envases de los cuales se aprovechan un total de 108 envases para el análisis. Teniendo en cuenta que se han realizado 6 experimentos o combinaciones de variables la tomas de muestra total es de 648 muestras.

4.2 Selección de la variable respuesta

Para la realización del experimento se pretende realizar pruebas de origen físico y análisis de la vida útil acelerada de producto. Las variables respuestas que se han medido en el experimento son las siguientes

Ensayos Físicos.

- **Espesores**
- **Resistencia a tracción**
- **Resistencia a punción**

Ensayos de vida útil indirecta y acelerada.

- **pH**
- **Actividad de agua (Aw).**
- **Porcentaje de humedad (% H).**
- **Evolución de la concentración de gases (CO₂, O₂ y N₂)**

4.3 Plan de trabajo

La ejecución de la toma de muestras se ha planificado a partir del mes de enero del 2017 de una forma coordinada con la programación de la producción. Seguidamente se muestra una tabla con el plan de la toma de muestras realizado

Tabla n° 4: Plan de toma de muestras para el experimento. Fuente: datos propios.

Líneas	n° tortillas	Film	Enero					Febrero				Marzo				Abril	Meses	
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	Semanas	
L4	8T	W	108															108
		M														108		108
L3	12T	W					108											108
L6	8T	W			108													108
		M							108									108
	12T	W		48							36					24		108
total																648		

Las muestras tomadas se agrupan en 12 envases, que se almacenan en la cámara de incubación a 37°C, obteniéndose 9 grupos de análisis. Se realiza un total de 9 análisis con una frecuencia semanal, que comienza en la semana 0, al día siguiente a la toma de muestras.

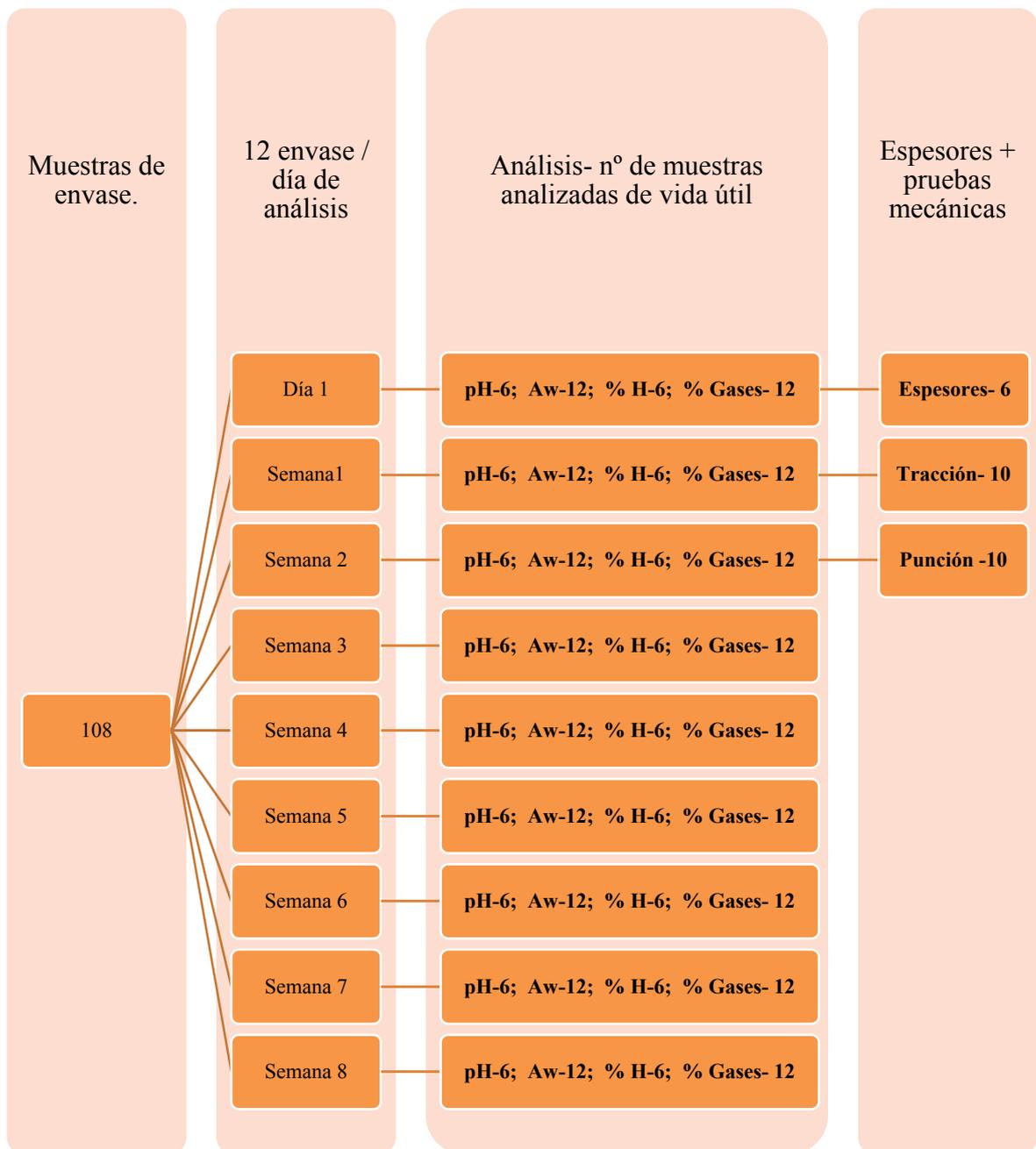


Figura 14: Esquema de análisis de vida útil, espesores tracción y punción. Para cada uno de los seis experimentos realizados. Fuente: datos propios.

Para cada semana de análisis de vida útil se miden 12 muestras para actividad de agua (Aw) y concentración de gases (CO₂, O₂ y N₂) y 6 muestras para porcentaje de humedad (% H) y pH.

Para la medición de los espesores se reutilizan 6 envases del análisis de vida útil contenido en la semana 0, en el día después de la toma de muestras. A cada envase se le miden 130 puntos

En el caso del análisis de resistencia de tracción y punción se ha analizado de diez envases por experimento o combinación. Los envases que se han empleado para el estudio provienen de la semana 1 y 2 del análisis de vida útil. De los 10 envases estudiados se han tomado tres probetas de cada uno para poder ver si existen diferencias de resistencia según la posición del envase. El total los probetas analizadas en cada caso es de 30. Además se

han analizado 20 probetas de material plástico si termo formar para tener una referencia del material de partida (control).

Para cada uno de los experimentos se han analizado espesores, resistencia mecánica y vida útil.

Para estudiar la influencia del tipo de plástico sobre los espesores de los envases conformados se han realizado comparaciones de los envases producidos en los experimentos 1, 2 y 3, 4 con los dos tipos de material plástico. Además se han medido envases de los experimentos 5 y 6 con mismo material plástico y distinta maquina termo formadora para ver la influencia de la maquinaria en el espesor del envase.

La influencia del material plástico en la resistencia a tracción y punción del envase termo formado está reflejada en la comparativa de los experimentos 1, 2 y 3, 4. También en este caso se ha realizado la comparativa el experimento 5 y 6 con el mismo material plástico para ver la influencia del proceso de termo formación en la resistencia del envase.

Para ver si existe influencia del material plástico en la protección del producto se ha vuelto a realizar la comparativa de los materiales plásticos en los experimentos 1,2 y 3, 4 y se ha realizado la comparativa con los experimentos 5 y 6 para ver si la protección del producto se ve influenciada por la línea productiva y con ella la maquina termo formadora.

5 Materiales y métodos

5 Materiales y métodos

5.1 Ensayos Físicos.

Los ensayos de resistencia mecánica se han realizado para medir el comportamiento de los envases a los esfuerzos de tracción que se producen en la fabricación del envase en la termo formación o el esfuerzo de punción del envase, que se puede producir durante la manipulación del producto en a la fabricación, transporte o comercialización. Los envases una vez conformados presentan una variación de espesores según la posición bastante importante. Estas zonas de menor espesor pueden ser determinante para la capacidad de resistencia del envase como para la capacidad permeable si se llegan a unos límites extremos, con la medición de los espesores se busca establecer relaciones entre la reducción del espesor con la resistencia del envase y su capacidad de intercambio de gases y vapor de agua con la atmosfera exterior.

5.1.1 Espesores

Para la medición del espesor del envase se va a utilizar el medidor portátil Magna- Mike 8600 que emplea el magnetismo para realizar mediciones fiables y reproducibles de materiales no ferrosos. El funcionamiento del Magna-Mike es muy simple. Las mediciones se efectúan cuando la sonda magnética entra en contacto con la superficie de la pieza bajo ensayo. Al lado opuesto de dicha pieza, se coloca una pequeña esfera de acero/magnética (un disco o un hilo metálico). El sensor integrado a efecto Hall medirá la distancia entre la punta de la sonda y la esfera de acero. Las medidas son visualizadas instantáneamente en la pantalla a colores como una lectura de espesor digital inteligible.



Figura 15: Medidor de espesores Magna- Mike 866. Fuente: catálogo de Magna Mike 866.

Procedimiento

Para la medición de los espesores de los productos seleccionados se utilizará una plantilla de plástico semirrígida, que se ubicará en el centro geométrico del envase y se fijará al envase con 8 láminas de celofán. La medición de espesor se realizará teniendo en cuenta el espesor del envase más el de la plantilla. Previamente se realizará una medición del espesor de la plantilla de los puntos a medir y se eliminará el error de medición. En la plantilla de cada envase tendremos reflejados 130 puntos representados de la siguiente manera: 70 puntos en la cruz del envase y otros 60 puntos en el perímetro de la base. A la medición obtenida se le restará el espesor de la plantilla de cada punto concreto teniendo en cuenta la incertidumbre de la medición. Las especificaciones por debajo de las cuales el proveedor del material plástico no es capaz de garantizar la integridad de la barrera formada por el PA/EVOH/PA son de 0.022 mm límite y como límite operacional se ha establecido 0.03 mm.

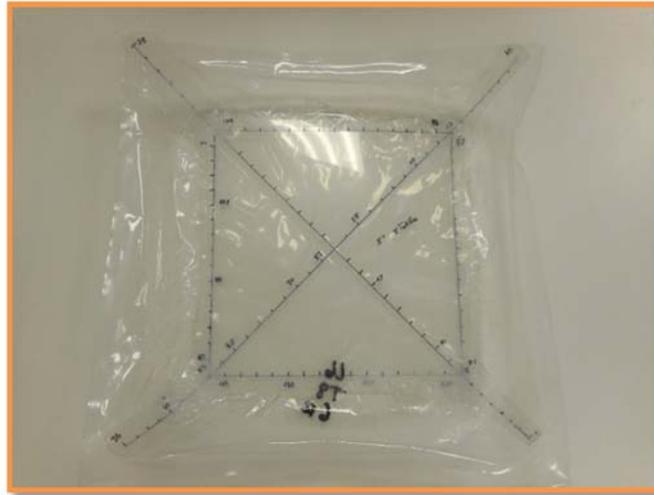


Figura 16: Envase con plantilla para medir Puntos a medir 130 puntos. Fuente: imagen propia.

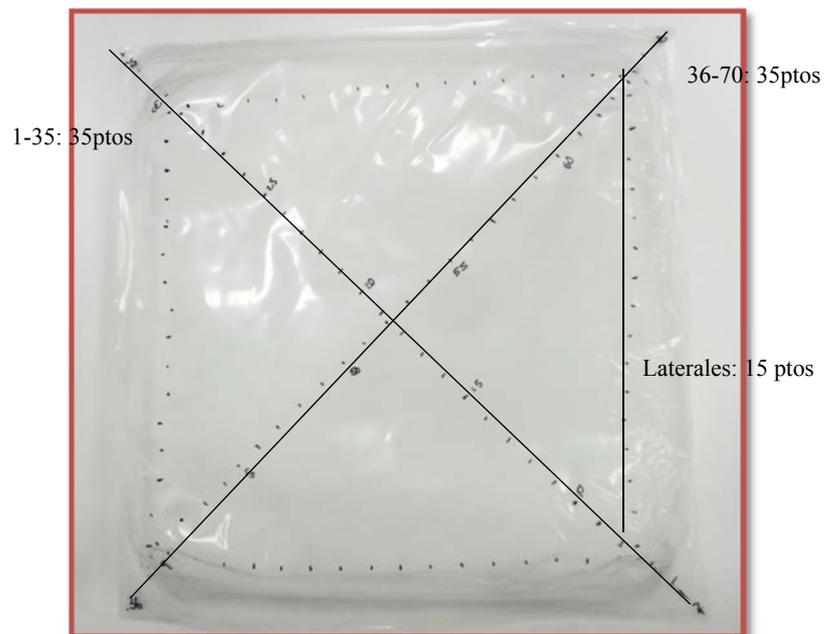


Figura 17: Puntos a medir en el envase 130 puntos. Fuente: imagen propia.

El límite del Magna-Mike es de 0,005 mm, por debajo de ese espesor la medición es 0,00.

5.1.2 Esfuerzo de tracción

Las propiedades mecánicas de un material describen el modo en que este responde a la aplicación de una fuerza o carga. La resistencia a la tracción o tenacidad es el máximo esfuerzo que un material puede resistir antes de su rotura por estiramiento desde ambos extremos con temperatura, humedad y velocidad especificadas.

El ensayo de tracción de un material consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente.



Figura 18: Máquina para ensayo de tracción. Fuente: Imagen propia.



Figura 19: Probetas normalizadas. Fuente: imagen propia

Unidades: Para la resistencia a la tracción, el esfuerzo es la relación de la carga sobre el área de la sección transversal inicial y se expresa comúnmente en N/mm^2 . La extensión o aumento en longitud se expresa en porcentaje del largo inicial.

Procedimiento

El ensayo mecánico se lleva a cabo por medio del texturómetro Texture Analyzer TA-XTZ1 (Surrey, Gran Bretaña) con el programa Texture expert. Para la realización de la esta prueba se ha seguido la norma ASTM-882 y la ISO-527.

Para la caracterización del envase se toman tres probetas de cada envase, localizadas en la esquina superior izquierda (E), lado inferior (LI) y lado lateral derecho (LL) del envase. Las probetas se han realizado con plantilla que se ubican en la misma posición en cada envase para buscar muestras homogéneas. Estos tres puntos han sido elegidos para localizar los puntos con menores espesores del envase y para ver si existe una diferencia

de resistencia de envase en función de la orientación de las fibras del envase. Las probetas se codifican teniendo en cuenta: n° de envase (1,2, 3...), posición dentro del envase (E, LL, LI), n° de línea (L3, L4, L6), material plástico (W y M) n° de tortillas del envase (8T y 12T).

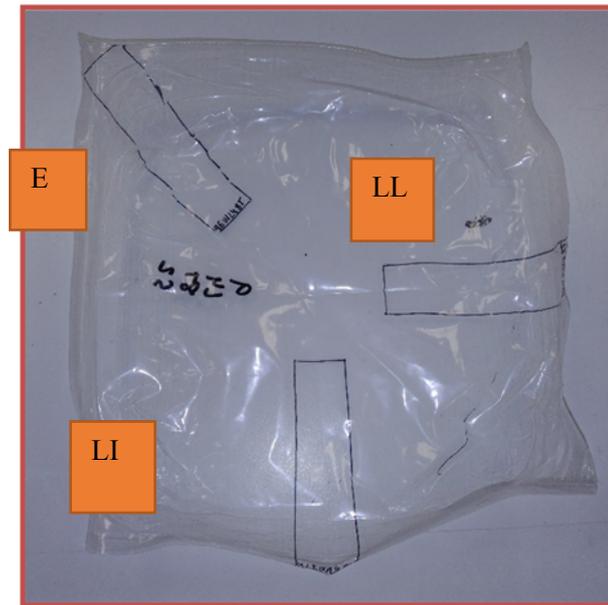


Figura 20: Posición de las probetas en el envase. Fuente: imagen propia.

Para esta prueba, cortamos los films, con la ayuda de unas tijeras, en tiras de anchura uniformes (una pulgada= 25.4 mm).

Estudiaremos 10 muestras para cada uno de los tipos de combinaciones de variables a estudiar. Para realizar los ensayos de tracción se acondicionan los films a $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y una humedad de $50 \pm 5 \%$. Para lograr esta humedad estabilizada, introducimos las tiras en campanas con solución salina saturada de cloruro de sódico, durante unos tres días. Este periodo de tiempo se considera suficiente para conseguir el equilibrio.



Figura 21: Campana desecadora al $50 \pm 5 \%$. Fuente: imagen propia.

El día anterior a la realización del ensayo, tomamos las probetas y medimos sus dimensiones: la longitud, el peso (en una balanza de precisión Mettler) y el grosor (en 10 puntos) con un micrómetro Mitutoyo ID-F125

(precisión= 1 μm). La caracterización previa al ensayo permite la adecuación de las muestras a las condiciones deseadas previas al ensayo.

Para la realización del ensayo se utilizan dos pinzas de sujeción con gomas interiores para evitar daños al film. La distancia inicial se establece en 2 cm y a continuación se coloca la probeta entre las dos pinzas con ayuda de unos tornillos para el ajuste del cierre.

El texturómetro nos permite trabajar mediante el teclado del propio instrumento o a través del ordenador. Se procede de la última manera al resultado mucho más cómodo y ofrece además mayores posibilidades. Se accede al programa del Texture Expert y se fijan los parámetros del ensayo de tracción de los cuales son determinantes.

Distancia entre pinzas: 2 cm

Velocidad de ensayo: 8, 66 mm/s

Sensibilidad: 1 N

Unidades: Fuerza gramos fuerza y Distancia mm

Todos los valores anteriores permanecen constantes exceptuando la sensibilidad, que se modifica durante el propio ensayo ajustándola a la fuerza que posean los films concretos, de modo que su ruptura sea detectada. Obtener como resultados un gráfico de fuerza/ distancia, a partir del cual extrapolamos la fuerza máxima de rotura, la elongación máxima y el error por arrugado.

Con los datos anteriores determinamos los parámetros que caracterizan las propiedades mecánicas de los films: la tensión máxima (N/ mm^2) y la elongación relativa de rotura (%).

Las fórmulas que nos llevan a la determinación de los parámetros deseados son:

A partir de la longitud, anchura, espesor y peso, calculamos la sección, el área y el gramaje, esto es, el peso de por unidad de área.

Sección= anchura*espesor

Área = anchura* longitud

Gramaje = peso/ área

De los datos obtenidos que son la fuerza máxima de rotura (N), la elongación máxima (mm) y el error de arrugado (mm) deducimos los datos de tensión máxima de rotura (N/ mm^2) y Elongación relativa (%).

Así:

$$\text{Tensión máxima de rotura (N/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Fuerza máx.de rotura}}{\text{sección}} * 100$$

$$\text{Elongación relativa (\%)} = \frac{\text{Elongación máxima-error de arrugado}}{\text{Separación pinzas+error de arrugado}} * 100$$

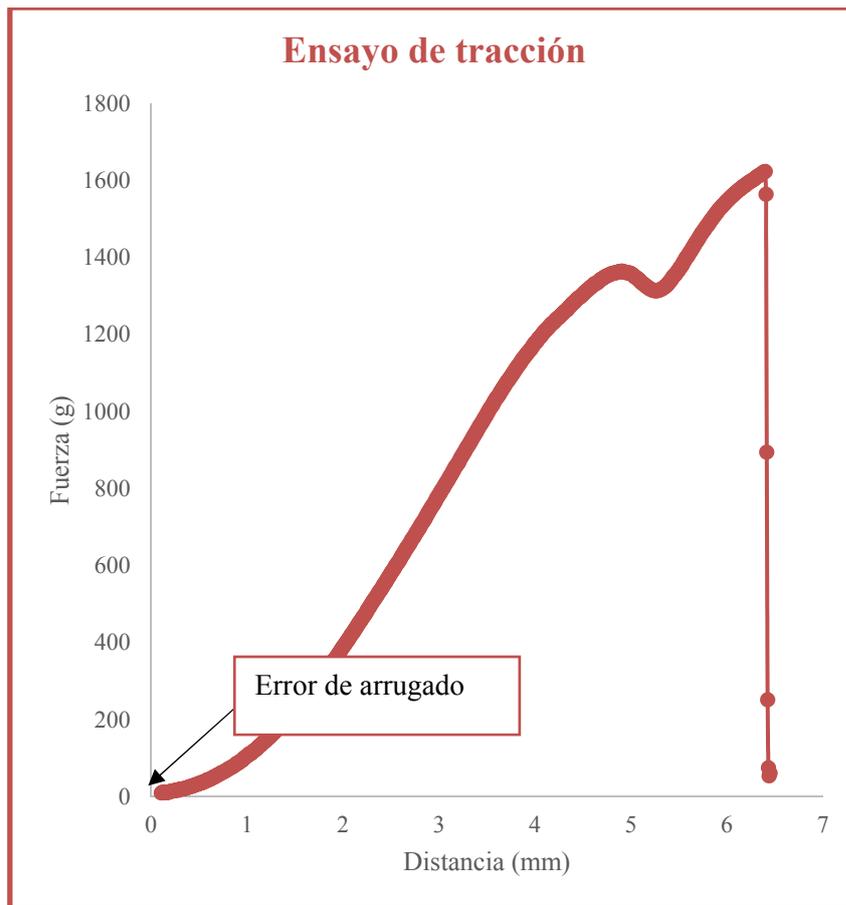


Figura 22:: Gráfica de ensayo de tracción. Fuente: imagen propia.

5.1.3 Resistencia a la punción

Este ensayo mide la resistencia de un plástico a ser perforado por un punzón. Cuanto mayor sea la energía necesaria para que se produzca la perforación, mayor será la resistencia del material a ser perforado y más protegido estará el envase ante la alteración de la atmosfera modificada y a sufrir roturas durante la manipulación en la fabricación, distribución y comercialización.

Procedimiento

El ensayo mecánico se lleva a cabo por medio del texturómetro Texture Analyzer TA-XTZ1 (Surrey, Gran Bretaña) con el programa Texture expert. Para la determinación del ensayo se ha seguido la norma UNE-EN 14477(2004) describe un método de ensayo para determinar la resistencia a la perforación de materiales de envasado flexibles, incluyendo materiales de envasado flexible multicapa. Para la caracterización del envase se toman tres probetas de cada envase, localizadas en la esquina superior izquierda (E), lado inferior(LI) y lado lateral derecho (LL) del envase. Las probetas se han realizado con plantilla que se ubican en la misma posición en cada envase para buscar muestras homogéneas. Estos tres puntos han sido elegidos para localizar los puntos con menores espesores del envase. Las probetas se codifican teniendo en cuenta: nº de envase (1,2, 3...), posición dentro del envase (E, LL, LI), nº de línea (L3, L4, L6), material plástico (W y M) nº de tortillas del envase (8T y 12T).



Figura 23: Posición de las probetas en el envase. Fuente: imagen propia.

El punzón utilizado es de 16 mm y el soporte de fijación está formado por un bastidor que sujeta el plástico con 4 tornillos. El tamaño de bastidor es cuadrado de 60 mm por 60 mm, para evitar los tornillos de sujeción los testigos tienen una anchura de 35 mm largo de 60 mm. Las probetas han sido creadas con una plantilla y cortados con una tijera.



Figura 24: Bastidor y punzón que se utilizan en el ensayo. Fuente: imagen propia..

Estudiaremos 10 muestras para cada uno de los tipos de combinaciones de variables a estudiar. Para realizar los ensayos de punción se acondicionan los films a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ y una humedad de $50 \pm 5\%$. Para lograr esta humedad estabilizada, introducimos las muestras en campanas con solución salina saturada de cloruro de sodio, durante unos tres días. Este periodo de tiempo se considera suficiente para conseguir el equilibrio.

El día anterior a la realización del ensayo, tomamos las probetas y medimos sus dimensiones: la longitud, el peso (en una balanza de precisión Mettler) y el grosor (en 10 puntos) con un micrómetro Mitutoyo ID-F125 (precisión= $1\text{ }\mu\text{m}$). La caracterización previa al ensayo permite la adecuación de las muestras a las condiciones deseadas previas al ensayo.

La distancia inicial se establece en 7 mm y a continuación se coloca las probetas en el bastidor con ayuda de cuatro tornillos se sujeta la muestra.

El texturómetro nos permite trabajar mediante el teclado del propio instrumento o a través del ordenador. Se procede de la última manera al resultado mucho más cómodo y ofrece además mayores posibilidades. Se accede al programa del Texture Expert y se fijan los parámetros del ensayo de tracción de los cuales son determinantes.

Distancia inicial: 7 mm

Velocidad de ensayo: 1.66 mm/s

Sensibilidad: 1 N

Unidades: Fuerza gramos fuerza (g) y Distancia mm

Todos los valores anteriores permanecen constantes exceptuando la sensibilidad, que se modifica durante el propio ensayo ajustándola a la fuerza que posean los films concretos, de modo que su ruptura sea detectada. Obtener como resultados un gráfico de fuerza/ distancia, a partir del cual extrapolamos la fuerza máxima de rotura, la elongación máxima y el error por arrugado.

A partir de las curvas obtenidas calculamos la energía de punción definida como la integral de la curva formada por la Fuerza (N) y deformación (mm). En el cálculo área bajo la curva deducimos el error de arrugado que produce el desplazamiento de la curva antes de comenzar la deformación del plástico.

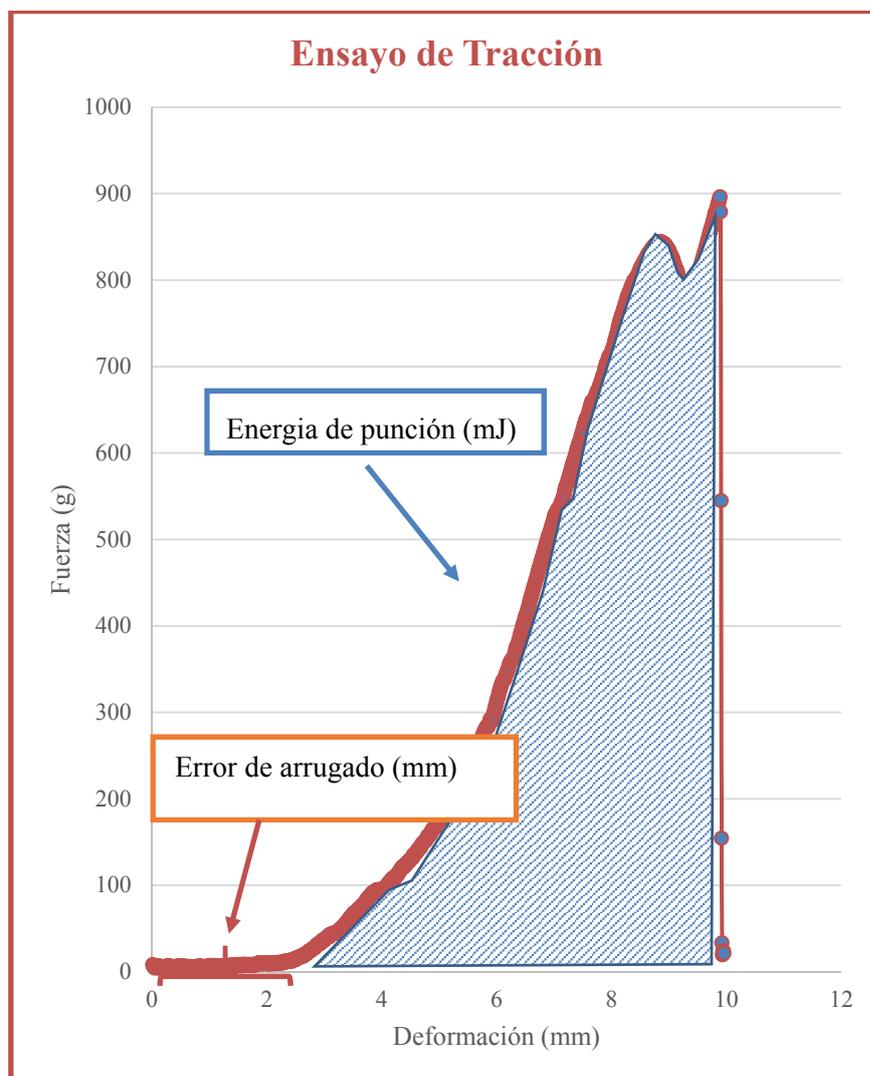


Figura 25: Gráfico de ensayo de punción Fuente: elaboración propia.

5.2 Ensayos de vida útil.

La vida útil es el tiempo que tiene un alimento para su consumo antes de ser declarado como no apto. Es un concepto impreciso que da una idea del tiempo que un alimento permanece en condiciones adecuadas para el consumo antes de tener condiciones organolépticas desagradables para el consumo o que se convierta en nocivo.

Para la determinación de la vida útil se puede utilizar tres procedimientos:

Pruebas en tiempo real (métodos directos).

Pruebas aceleradas (métodos indirectos).

Modelos matemáticos o programas de software (métodos indirectos).

Para la realización de la vida útil acelerada es necesario conocer bien el producto y sus reacciones de deterioro, definición del mecanismo de deterioro y valor de K y buena correlación de los datos de la ecuación de Arrhenius.

Los métodos indirectos intentan predecir la vida útil sin realizar ensayos completos de almacenamiento hasta deterioro en tiempo real. Tiene ventajas importantes como la reducción de los tiempos de ensayo o cálculo.

Test acelerados

El efecto de la temperatura en la velocidad de reacción puede ser descrita usando la ecuación de Arrhenius:

$$K = k_0 \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$$

Donde k_0 es un factor pre – exponencial, E_A es la energía de activación, R es la constante ideal para los gases; y, T es la temperatura absoluta.

Otro parámetro que es usado frecuentemente para relacionar la temperatura y la velocidad de reacción es el valor de Q_{10} , que es definido como:

$$Q_{10} = \frac{\text{Reacción a la Temperatura } (T + 10)^{\circ}\text{C}}{\text{Reacción a la temperatura } T^{\circ}\text{C}}$$

Para una reacción de cero orden, la vida útil y la constante son inversamente proporcionales a la ecuación anterior:

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida útil a la Temperatura } T^{\circ}\text{C}}{\text{Vida útil a la Temperatura de } (T + 10)}$$

O:

$$Q_{10} = e^{10a}$$

$$a = \frac{\ln Q_{10}}{10}$$

La experiencia en la determinación de la vida útil directa de la producción de tortillas demostró que la Q_{10} de tortillas es de 4 para una temperatura de 25°C, equivale a un mes por semana. Existiendo cámaras de incubación a 37°C en planta el estudio de vida útil se ha realizado a esta temperatura. Teniendo en cuenta este

cambio de temperatura la vida útil del producto pasa a ser de aproximadamente 6 semanas. Equivaliendo un mes y medio a una semana.

Para la realización de la vida de útil de las tortillas se utilizará el método acelerado sometiendo los envases a incubación de 37°C durante 8 semanas (cada semana a 37°C equivale a un mes y medio a temperatura ambiente). Por lo que se mide la evolución del producto durante 12 meses. Se han analizado 12 muestras para cada análisis estableciendo la frecuencia del análisis semanal excepto el primer análisis que se realiza al día siguiente de la toma de muestras. Para cada análisis se han medido 12 muestras que hace un total de 108 muestras para cada composición por 6 posibles combinaciones hace un total de 648 muestras analizadas. Dependiendo del análisis realizado se han analizado 12 muestras o 6, así para el análisis de A_w (actividad de agua) y Gases (CO_2 , O_2 , N_2) se han medido las 12 muestras y para el análisis de H% (humedad) y pH se han medido 6 muestras alternas.

Los productos de panadería están exentos de microorganismos viables tras el proceso de horneado. Su contaminación se produce antes del envasado a través del entorno que los rodea (el aire del local, las superficies en contacto con ellos y los propios manipuladores (García. E, Cago L, Fernández, J.L. 2006).

Las principales alteraciones de microbiológicas de estos alimentos se deben al desarrollo en su superficie de colonias de mohos y de levaduras.

Los cambios físico-químicos que ocurren en los productos de panadería también acortan su vida comercial. Entre ellos destaca la retrogradación del almidón que ocasiona el endurecimiento de la masa. Por su parte, en presencia de grasas pueden aparecer sabores y olores indeseables (a rancio) como resultado de las reacciones de oxidación e hidrólisis lipídicas. Otros problemas graves son la pérdida de humedad que da lugar al endurecimiento del producto.

5.2.1 pH

Para el análisis del pH del producto terminado se va utilizar el pH- meter GLP 21 de Crison. La resolución del aparato es de 0.01 pH, el error de medida es ≤ 0.005 pH.



Figura 26: pH- Meter GLP 21. Fuente: catalogo Check Mate 3.

Procedimiento:

Cortar en forma de U el bloque de tortillas de n número de unidades.

Colocar las tortillas troceadas en la picadora y accionarla pulsando el botón I. El botón O para la máquina.

Moler hasta obtener partículas de aproximadamente 0,5 mm.

Pesar 10 g de tortillas picadas en un vaso.

Añadir 90 g de agua destilada hasta hacer un total de 100g.

Poner en un agitador durante 5 min.

Medir el pH y anotar el resultado.

El tiempo de medición de cada muestra es de unos 10 min.

5.2.2 Actividad de agua.

Se denomina actividad de agua a la relación entre la presión de vapor de agua del sustrato de cultivo (P) y la presión de vapor de agua del agua pura (P₀):

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$

El valor de la actividad de agua nos da una idea de la cantidad de agua disponible metabólicamente.

Cuando un microorganismo se encuentra en un sustrato con una actividad de agua menor que la que necesita, su crecimiento se detiene. Esta detención del crecimiento no suele llevar asociada la muerte del microorganismo, sino que éste se mantiene en condiciones de resistencia durante un tiempo más o menos largo. En el caso de las esporas, la fase de resistencia puede ser considerada prácticamente ilimitada. Los microorganismos son inhibidos por una actividad de agua menores a 0.9 para bacterias, 0,88 para levaduras y 0,80 para los mohos (Jay, 2000). La dicción de azúcares, glicerina y propilenglicol reduce la actividad de agua porque estas sustancias se unen al agua y reducen el agua disponible.

Este parámetro proporciona información sobre la estabilidad frente al desarrollo de microorganismos, las reacciones químicas y bioquímicas, y los cambios en las propiedades físicas.

El medidor de actividad de agua Aqualab mide la A_w de las muestras siguiendo la metodología de los sensores de punto de rocío.

En este tipo de instrumentos la muestra se equilibra dentro de una cámara sellada que contiene un espejo que permite detectar la condensación en él. En el punto de equilibrio la humedad relativa del aire en la cámara es el mismo que la A_w de la muestra. Una célula fotoeléctrica y un termistor detectan el punto exacto en el que se produce la condensación y la temperatura, respectivamente.

Además, de la técnica comentada, el medidor incorpora un ventilador que mueve el aire en el interior de la cámara para reducir el tiempo de equilibrio.

La temperatura superficial de la muestra y del espejo se miden de forma simultánea, por lo que se elimina la necesidad de completar el equilibrio térmico. El rango de actividad de agua va de 0.03 a 1 y la precisión es de $\pm 0.003 A_w$.

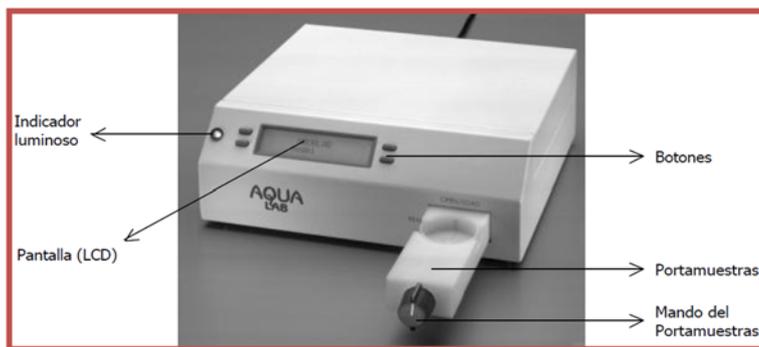


Figura 27: Medidor de actividad de agua Aqualab Serie 3 y 3TE. Fuente: catalogo Aqualab Serie 3.

Procedimiento

Se enciende/apaga el equipo desde un botón situado en la parte trasera del equipo. Antes de usar el equipo dejar 15 minutos de calentamiento. Cuando se quede apagado retirar la muestra y poner carbón activo.

Para medir Abrir la tapa girar la palanca cuidadosamente hacia la derecha hasta el tope y levantar la tapa. Introducir la muestra en la cámara sin que sobresalga. Con los patrones introducir el patrón con cuidado para que no haya derrames de líquido.

Cerramos la tapa y giramos la palanca cuidadosamente hacia la izquierda hasta el tope, en ese momento comienza la medición. Una vez finalizada el aparato pita y el círculo que aparecía en la parte de abajo a la derecha desaparece y parece un disquete.

Entre una medición y otra meter el carbón activo y siempre de una parada larga.

5.2.3 Porcentaje de humedad.

Para el cálculo del porcentaje de humedad se utiliza la temo balanza HB43-S de Mettler Toledo. La resolución de aparato es de 0.01 % de contenido de humedad



Figura 28: Medidor de humedad HB43-S de Mettler Toledo. Fuente: catalogo HB43-S de Mettler.

Procedimiento

Chequear que los humidificadores están fríos, en el caso contrario, esperar a que se enfríen.

Chequear que la temperatura, el criterio de desconexión y programa de desecación del humidificador es la correcta para el tipo de ingrediente.

Para tarar el equipo es necesario cerrar su tapa en vacío.

Abrir la tapa y pesar la cantidad de muestra (5g) en el platillo; esparcir la muestra simulando que sembramos en una placa de Petri, evitando que la muestra quede amontonada.

Cerrar el equipo.

El indicador de estado simboliza con burbujas ascendentes el proceso de desecación.

En el display aparece la temperatura actual en la unidad de calentamiento, el tiempo de desecación transcurrido, y el % de humedad que va perdiendo la muestra.

Una vez terminada la desecación suena una señal acústica y el contador de tiempo se para.

Ya se puede leer en el indicador y registrar convenientemente el contenido de humedad de su muestra (expresado en porcentaje negativo, como resultado de la pérdida de humedad al calentar la muestra).

5.2.4 Evolución de la concentración de gases

Para medir la concentración de los gases se va a utilizar el analizador de gas en cabeza Check Mate 3. Este aparato permite analizar de un modo rápido una multitud de muestras y permite el almacenamiento de los datos obtenidos. El volumen de muestra necesaria para medir es de 6 ml y el tiempo de medición máximo es de 12 segundos. La precisión del sensor de circonio es de $\pm 0.01\%$ para el O_2 , del sensor de Circonia y rayos infrarrojos dual es de $0.01\% O_2$ y $0.1\% CO_2$, para el sensor electroquímico es de $0.1\% O_2$ y $0.1\% CO_2$ y para sensor electroquímico y rayos infrarrojos dual $0.1\% O_2$ y $0.1\% CO_2\%$.



Figura 29: Analizador de gas Check Mate 3. Fuente: catalogo Check Mate 3.

Procedimiento:

Encender el equipo, tiene el interruptor en la parte trasera, y esperar a que se caliente durante 10 minutos.

Pasado este tiempo el equipo muestra esta pantalla estando ya operativo.

Sacar la aguja del soporte y realizar una medida al aire para comprobar que funciona correctamente. Para ello una vez que tenemos la aguja libre presionamos el botón rojo y esperamos a que realice la medición. Cuando finalice nos indica en la parte inferior de la pantalla que ya podemos medir de nuevo.

Seguidamente coger un paquete y pinchar con la aguja el envase traspasando la tapa protectora y sin llegar a tocar las tortillas. Pulsar el botón rojo y esperar a que salga el resultado.

5.3 Análisis estadístico de los datos

Los distintos análisis estadísticos de los resultados obtenidos se han realizado con el programa Statgraphics .

Las variables que se estudian para las pruebas físicas son espesores, elongación máxima, fuerza máxima de rotura, tensión máxima de rotura y tensión de penetración. Para las pruebas de vida útil acelerada se han estudiado actividad de agua, pH, humedad y porcentaje de gases.

Se aplica el análisis de varianza (ANOVA), tanto simple como factorial y análisis de comparativo de muestras independientes. También se realiza análisis de variables no paramétricas con las pruebas de Mann-Whitney y Kolmogorov-Smirnov.

El test de comparación de LSD Fisher y de contrastes múltiple de rangos se utilizan para corroborar entre que niveles de un factor existen diferencias.

El nivel de significancia empleado es del 0,05.

6 Resultados y discusión.

6 Resultados y discusión.

6.1 Pruebas Físicas. Espesores

Como hemos comentado anteriormente para la caracterización de la parte inferior del envase se ha creado una plantilla de 130 puntos que se distribuye a lo largo de todo el envase. Para cada una de las combinaciones de las opciones estudiadas se han medido 6 envases con estos 130 puntos.

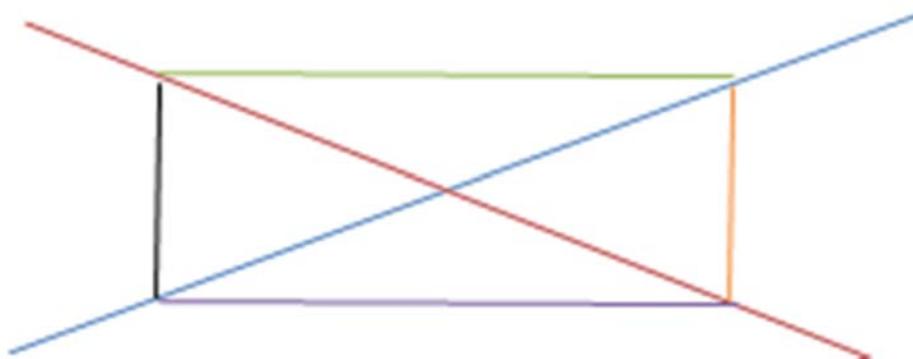
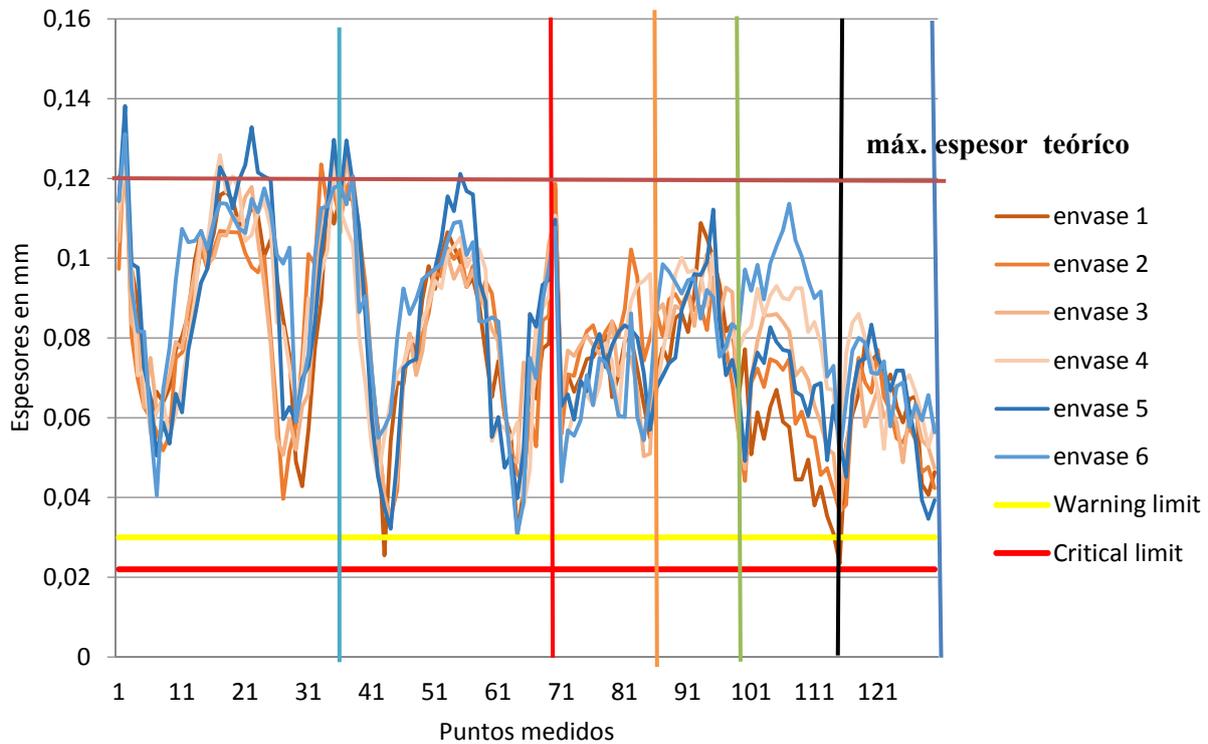


Figura 30: Representación gráfica de los 130 puntos del envase en la línea 6. Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la figura nº 33 el envase no tiene un espesor constante, a lo largo de los 130 puntos medidos, se puede ver como los puntos mínimos se localizan en las esquinas del envase y en general existe una línea de menor espesor situadas en las proximidades del perímetro de la curva que forma el envase. Esta reducción de los espesores puede poner en peligro la capacidad de barrera del envase, si se rebasa un límite de espesor de las capas que forman la barrera (PA/EVOH/PA). Según las consultas realizadas a los proveedores de plásticos, con espesores menores a 0.022 mm no se puede garantizar la barrera frente a la atmosfera exterior. En

las mediciones realizadas se han destacado los espesores mínimos y máximos alcanzados. Los resultados de las mediciones realizadas de los espesores se encuentran en el Anexo n° 1

6.1.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

A modo de resumen a continuación se muestran los espesores mínimos y máximos y medias de estos valores para el experimento 1 y 2 y el experimento 3 y 4 en el que se comparan envases de 8 tortillas y dos tipos de plásticos en las líneas 4 y 6.

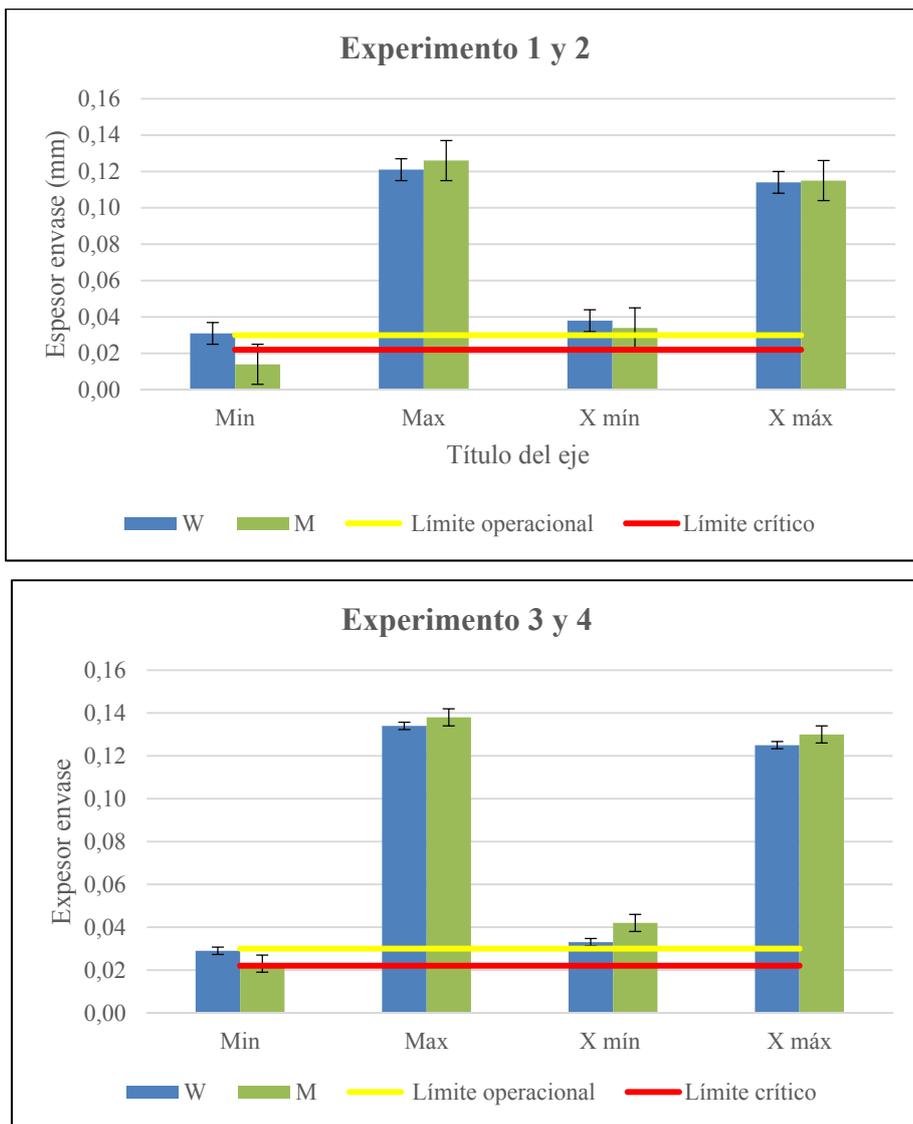


Figura 31: Resumen de puntos máximos y mínimos y medias de máx. y mín. obtenidos para la medición de espesores los experimentos 1,2,3, y 4. Fuente: elaboración propia.

Podemos ver en la figura n° 31 la comparativa entre el experimento 1 y 2 (L4) presenta datos puntuales por debajo del límite crítico 0,022 mm. En la comparativa del experimento 3 y 4 (L6) presenta valores por encima del límite crítico de 0.022 mm que garantizan la barrera del producto frente a la atmosfera exterior.

6.1.2 Comparativa experimento 5 y 6.

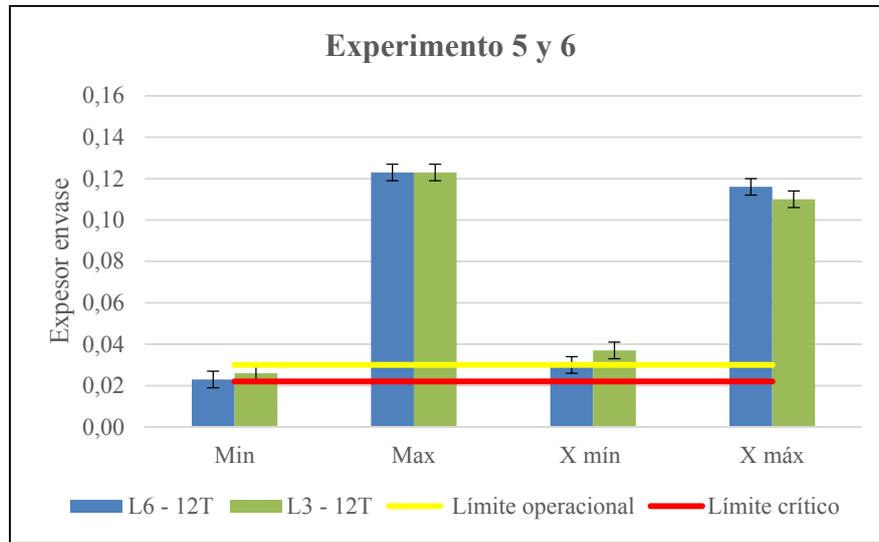


Figura 32: Resumen de puntos máximos y mínimos y medias de máx. y mín. obtenidos para la medición de espesores para los experimentos 5 y 6. Fuente: elaboración propia.

Se observa como en el experimento 6 (L6) los espesores mínimos son más altos que los espesores del experimento 5 (L3) aunque son muy pequeñas.

6.1.3 Resultados estadísticos

Como se ha podido observar que la variación de espesores era muy amplia en función de la posición que ocupaba en el envase. Se han elegido una selección de los puntos más desfavorables, en cuanto a menor espesor, para realizar el análisis estadístico de las muestras. De los 130 puntos posibles se han elegido los siguientes 20 puntos: 7, 8, 9, 27, 28, 29, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 71, 85, 86, 100, 115, 116, y 130. Estos puntos se localizan en la zona de las esquinas del envase donde los plásticos están más deformados y el espesor es menor.

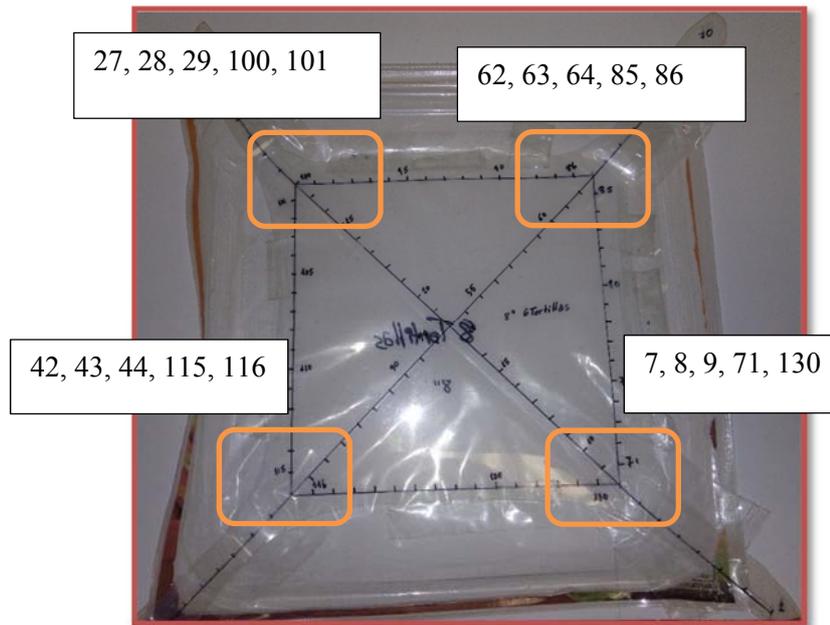


Figura 33: Puntos estudiados para el análisis de datos. Fuente: elaboración propia.

El análisis de los datos se ha planteado como una comparación de la influencia de los diferentes factores existentes en las líneas L3, L4 y L6 (exp.1, exp.2, exp. 3, exp. 4, exp. 5, exp. 6.).

Según los resultados del análisis estadístico de las muestras medidas podemos decir que en general los datos obtenidos no siguen una distribución normal, sino que son distribuciones uniformes, loglogística, lognormal y logística. El estudio se ha realizado utilizando pruebas para distribuciones no paramétricas como la prueba de Man-Witney.

En cuanto a la influencia del proveedor sobre los espesores se ha podido mostrar como significativas en la línea 4 y 6 (experimentos 1, 2 y 3 , 4) en la que se muestra que para la misma línea el proveedor M produce envases con un espesor menor que el proveedor W. en los Las líneas 6 y 3 (experimentos 5 y 6) para 12 tortillas con un mismo proveedor (W) no presentan diferencias significativas en los espesores de los envases.

A continuación, se adjunta un cuadro resumen de los datos obtenidos:

Tabla n° 5: Resultados del estudio estadístico de los datos de espesores. Fuente: elaboración propia.

Experimento	Líneas	N° puntos	N° replicas	N° tortillas	proveedor	Media de mediciones (μm)	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	20	6	8	W	61 ± 13	lognormal (3- Parámetros)	Man-Whitney	Significativo
2		20	6	8	M	57 ± 15	Logística		
3	L6	20	6	8	W	53 ± 13	Uniforme	Man-Whitney	Significativo
4		20	6	8	M	58 ± 15	Loglogística		
5	L3	20	6	12	W	50 ± 10	Uniforme	Man-Whitney	No significativo
6	L6	20	6	12	W	49 ± 11	Uniforme		

6.2 Pruebas Físicas. Tracción

Para la realización de los ensayos se han tomado 10 envases para cada una de los experimentos o combinaciones estudiadas. Debido a que los envases tienen una distribución de espesores muy variable se han tomado tres probetas de cada envase localizados en la esquina (E), un lateral derecho (LL) y lateral inferior (LI). Para poder tener una referencia de material de partida antes del proceso de conformado del envase se han tomado 20 muestras de cada tipo de material plástico (W y M) distinguiendo en la formación de la probeta según la posición con respecto al avance de la bobina de material plástico. Así, se han realizado 10 testigos en posición perpendicular al avance (SAP) y 10 testigos en posición paralela al avance (SA).

Las probetas se cortaron, se pesaron, se midieron los espesores y se estabilizaron en un desecador a $50 \pm 5\%$ de humedad relativa y a una temperatura de $23 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$, de esta forma se controlaron las condiciones ambientales del ensayo. A partir de los datos de peso y de espesor se ha calculado el gramaje del plástico para caracterizarlo. En el anexo nº 2 se encuentran los resultados de las medidas realizadas.

6.2.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

A continuación se muestran unos gráficos resumen de los resultados obtenidos.

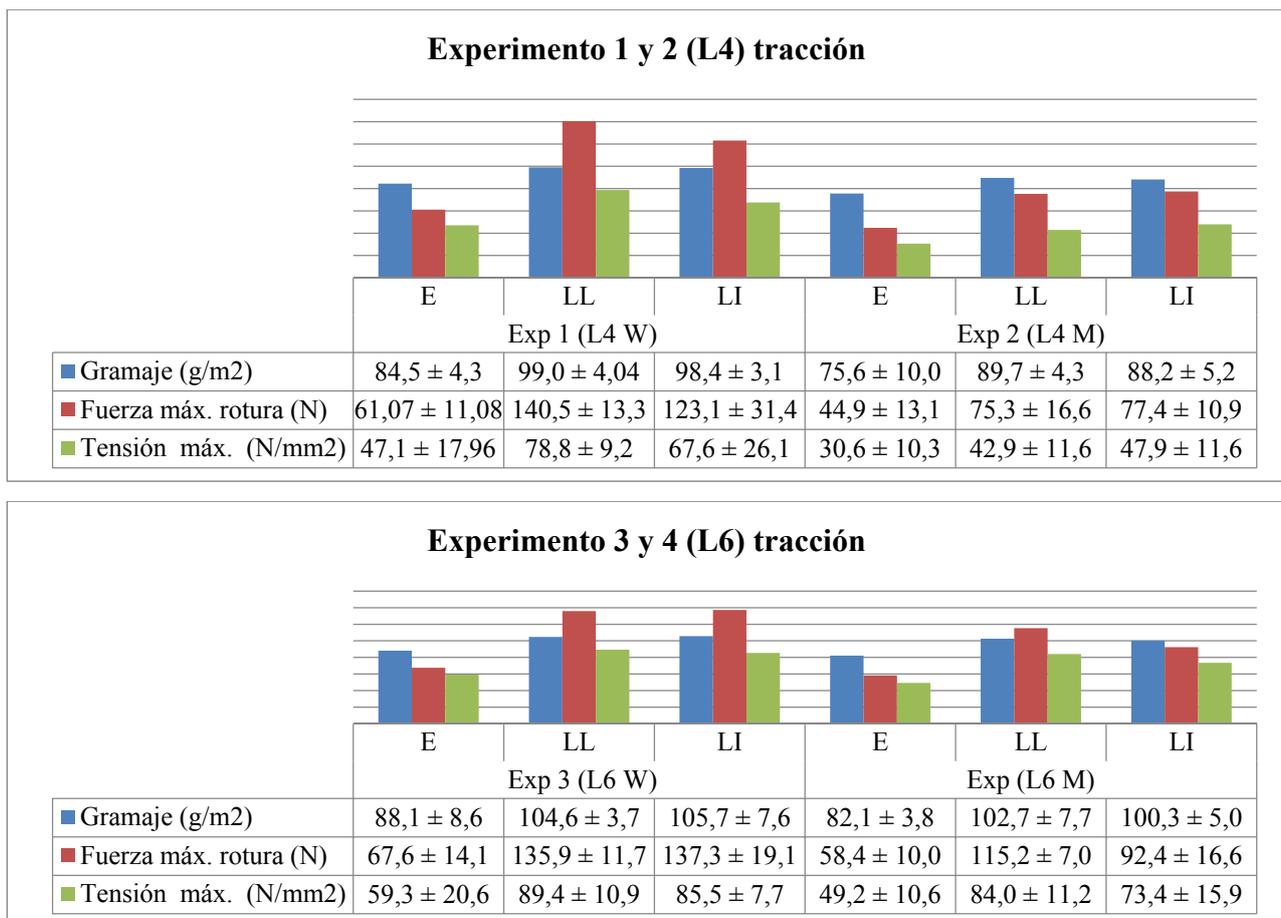


Figura 34: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas y por tipo de material plástico para ensayo de tracción Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina; (LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.

En los experimentos 1 y 2 (línea 4) se ve claramente como existen diferencias en la resistencia a tracción en función de la posición del envase para los dos tipos de materiales (W y M) y como estas diferencias de resistencia entre la posición LI y LL son menores para el material M, que tiene una resistencia menor. En general el gramaje del proveedor M es menor que el del proveedor W y los valores de resistencia a tracción del proveedor M son en todos los casos menores al proveedor W.

Al igual que en los experimentos 1 y 2 en los experimentos 3 y 4 (línea 6) se pudo observar como existen diferencias en la resistencia a tracción en función de la posición del envase para los dos tipos de materiales plásticos. En general el gramaje del film del proveedor M es menor que el del proveedor W y los valores de resistencia a tracción del proveedor M son en todos los casos menores al proveedor W.

6.2.2 Comparativa experimento 5 y 6.

En la comparación entre experimentos con el mismo proveedor no se aprecian grandes diferencias entre una línea y otra pero, como en los casos anteriores, se ve que el envase tiene una resistencia diferente en función de la posición, siendo la posición más débil la esquina.

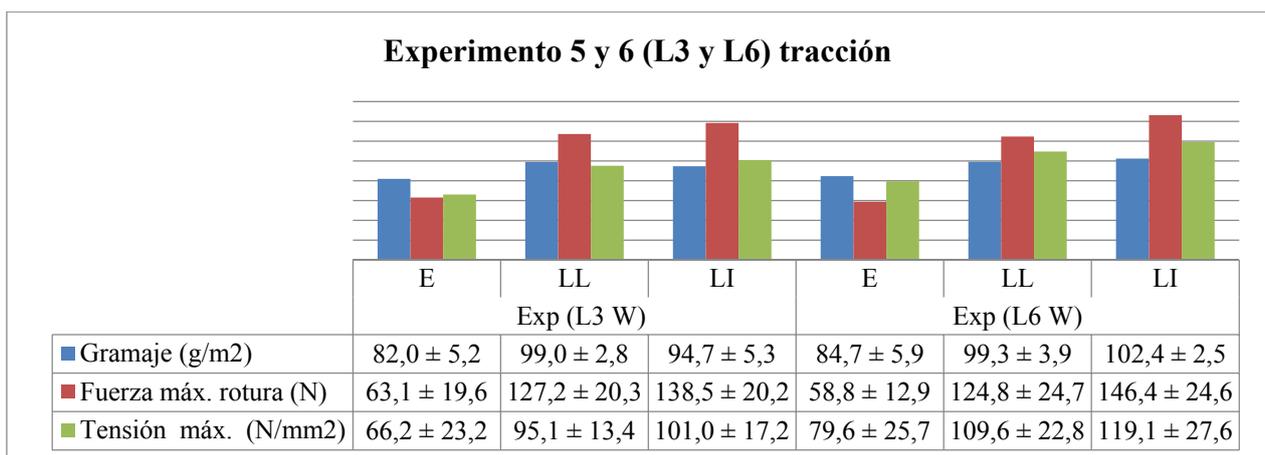


Figura 35: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas igual material plástico ensayo de tracción Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina;(LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.

6.2.3 Comparación control

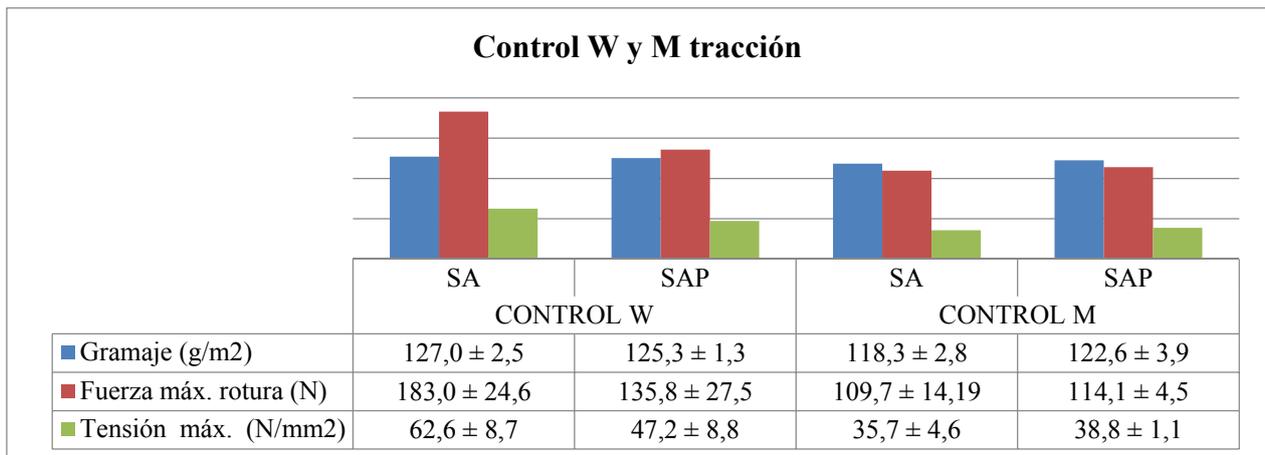


Figura 36: Representación gráfica de los resultados obtenidos con el material original antes del termo formado. Fuente: elaboración propia. (SA) posición en el sentido del avance; (SAP) posición perpendicular al avance.

En las pruebas realizadas al material original previo al termo formado muestran con mayor claridad, cómo el material W muestra mayor diferencias en la resistencia a la fuerza de tracción en una dirección del plano que en otra. Esto es debido a su proceso de fabricación por co-extrusión de lámina plana, en la que las fibras se disponen en la dirección del rollo de material plástico que se forma dejando la otra dirección con menor resistencia.

6.2.4 Resultados estadísticos

Se observa como el envase no es homogéneo respecto a la resistencia a tracción, ya existen diferentes resistencias del envase en función de la posición del envase. La posición más débil del envase en todos los casos es la esquina y en el caso del proveedor W en general es más resistente en la posición LI, que es la del sentido del avance de la bobina de plástico. El proveedor M presenta menor diferencia entre las posiciones LI y LM, esto es debido a las diferencias en la elaboración de los materiales, ya que el proveedor M se ha formado por co-extrusión de film soplado en el que la presión de formación del laminado se realiza en todas las direcciones. En general podemos decir que los envases del proveedor M tienen una menor resistencia a tracción que el proveedor W.

Una vez conformado el envase existen diferencias significativas entre un tipo de plástico y otro en los experimentos 1,2 y 3, 4 (línea 4 y 6). En esas comparativas se puede ver como el material W tiene unos valores de resistencia a tracción mayores que el proveedor M en todos los casos. También se observa con mucha claridad como el envase no es homogéneo y que su parte más débil estudiada se localiza en las esquinas que coincide con las zonas de menor espesor. En el análisis estadístico de los datos obtenidos observamos entre el experimento 5 y 6 (L3 y L6) no son significativas por lo que podemos decir que no existe influencia de las máquinas termo formadoras en la resistencia a tracción.

Para los el material plásticos de partida previos a los conformados se ha visto diferencias significativas entre los proveedores sobre todo si se tiene en cuenta la posición de los testigos. Esto confirma que el tipo de técnica empleada en la formación de los plásticos influye en la capacidad de resistencia de los plásticos en una u otra dirección.

Tabla n° 6: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de tracción. Fuente: elaboración propia.

Experimento	Líneas	N° posiciones (E, LL, LI)	N° réplicas	N° tortillas	Proveedor	Media Fuerza máx. (N/mm2)	Media Tensión máx. (N/mm2)	Media Elongación máx. (mm)	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	3	10	8	W	106,4 ± 39,7	63,4 ± 22,7	63,9 ± 42,1	Normal	ANOVA	Significativo
2		3	10	8	M	65,9 ± 20,0	40,3 ± 12,8	56,4 ± 41,1	Normal		
3	L6	3	10	8	W	108,5 ± 34,5	85,6 ± 22,1	70,9 ± 36,2	Normal	ANOVA	Significativo
4		3	10	8	M	88,8 ± 26,1	102,4 ± 29,6	91,3 ± 44,7	Normal		
5	L3	3	10	12	W	106,4 ± 39,7	71,5 ± 21,3	63,8 ± 42,1	Normal	ANOVA	No Significativo
6	L6	3	10	12	W	65,9 ± 20,0	69,0 ± 19,2	56,4 ± 41,1	Normal		
Control	Testigo W	2	10	Sin tortillas	W	139,4 ± 38,2	46,6 ± 13,8	46,6 ± 13,8	Normal	ANOVA	Significativo
Control	Testigo M	2	10	Sin tortillas	M	125,0 ± 23,7	42,3 ± 9,0	42,3 ± 8,1	Normal		

6.3 Pruebas Físicas. Punción

Para la realización de los ensayos se han tomado 10 envases para cada una de las combinaciones estudiadas. Debido a que los envases tienen una distribución de espesores muy variable se han tomado tres probetas de cada envase localizados en la esquina (E), un lateral derecho (LL) y lateral inferior (LI). Para poder tener una referencia de material de partida antes del proceso de conformado del envase se han tomado 20 muestras de cada proveedor (W y M) distinguiendo en la formación de la probeta la posición con respecto al avance de la bobina de material plástico. Así se han realizado 10 probetas en posición perpendicular al avance (SAP) y 10 probetas en posición paralela al avance (SA).

Las probetas se cortaron, se pesaron, se midieron los espesores y se estabilizaron en un desecador a 50 ± 5 % de humedad relativa y a una temperatura de 23 ± 2 °C., de esta forma se controlaron las condiciones ambientales del ensayo. A partir de los datos de peso y de espesor se ha calculado el gramaje del plástico para caracterizarlo. En el anexo nº 3 se encuentran los resultados de las medidas realizadas.

6.3.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

A continuación se muestran unos gráficos resumen de los resultados obtenidos. En la comparativa del experimento 1 y 2 (L4) no se observa diferencias importantes respecto a posición para la fuerza de rotura ni para la tensión máx. del envase para los dos tipos de material plástico. Sin embargo existe una tendencia a que los valores sean menores en la zona de la esquina. En todos los resultados obtenidos la fuerza de rotura y tensión máxima es mayor en el material plástico W que en el M. En el experimento 3 y 4 (línea 6) no se pudo ver que existan diferencias en la resistencia a punción en función de la posición del envase para los dos tipos de material plástico. En general el gramaje del film del proveedor M es menor que el del proveedor W y los valores de resistencia a punción y a tensión máx. del proveedor M son en todos los casos menores al proveedor W.

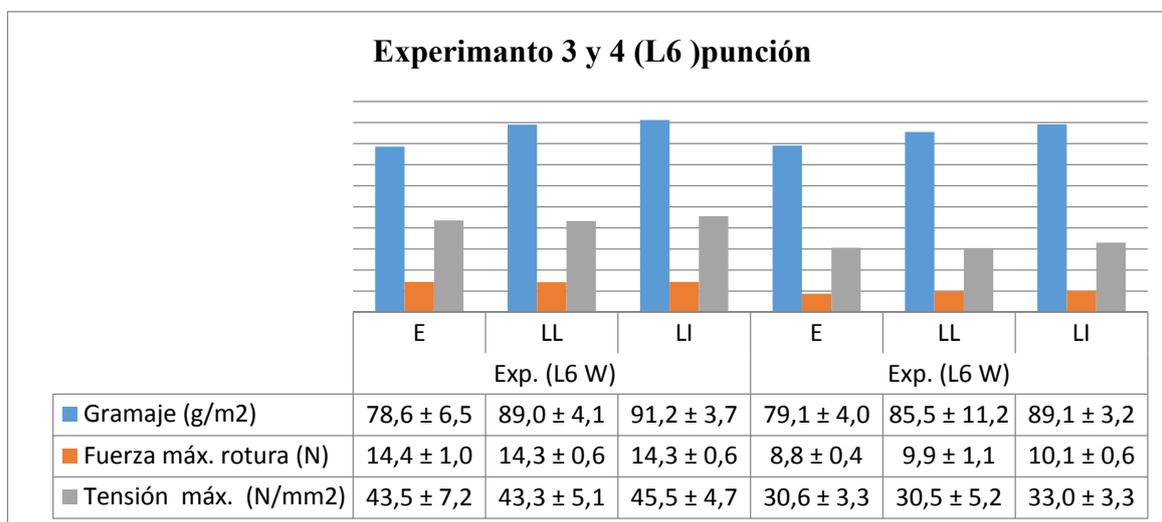
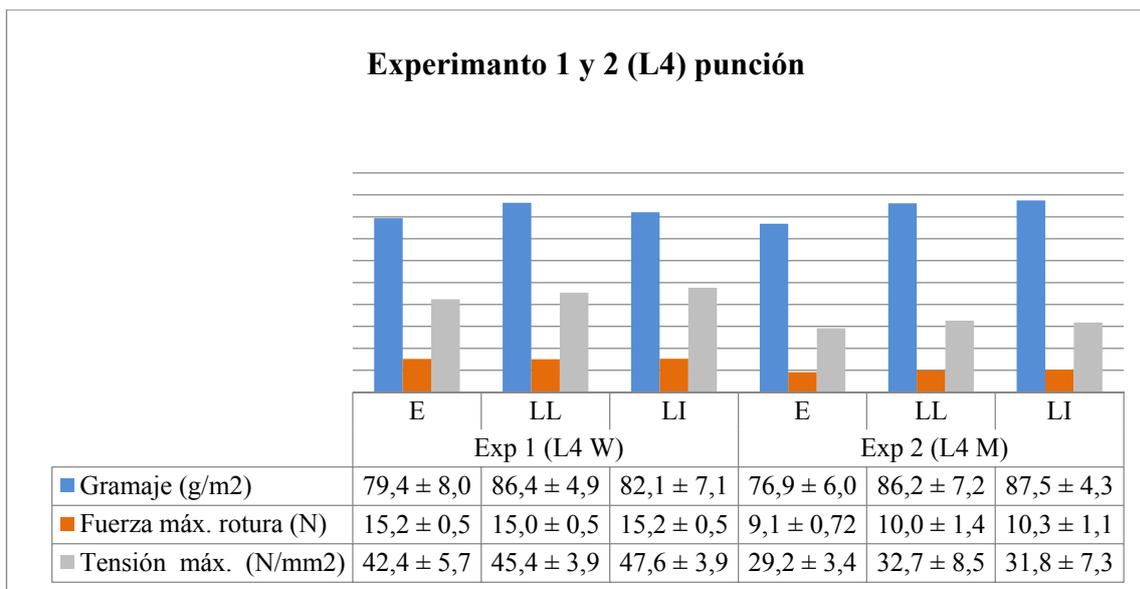


Figura 37: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas y por tipo de material plástico para ensayos de punción. Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina;(LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.

6.3.2 Comparativa experimento 5 y 6.

En la comparación entre líneas con el mismo material plástico (W) no se aprecian grandes diferencias entre una línea y otra, no se aprecia que el envase tenga una resistencia diferente en función de la posición. Por lo que podemos decir que no se aprecia diferencia en la resistencia del envase a punción en función de la maquina termo formadora.

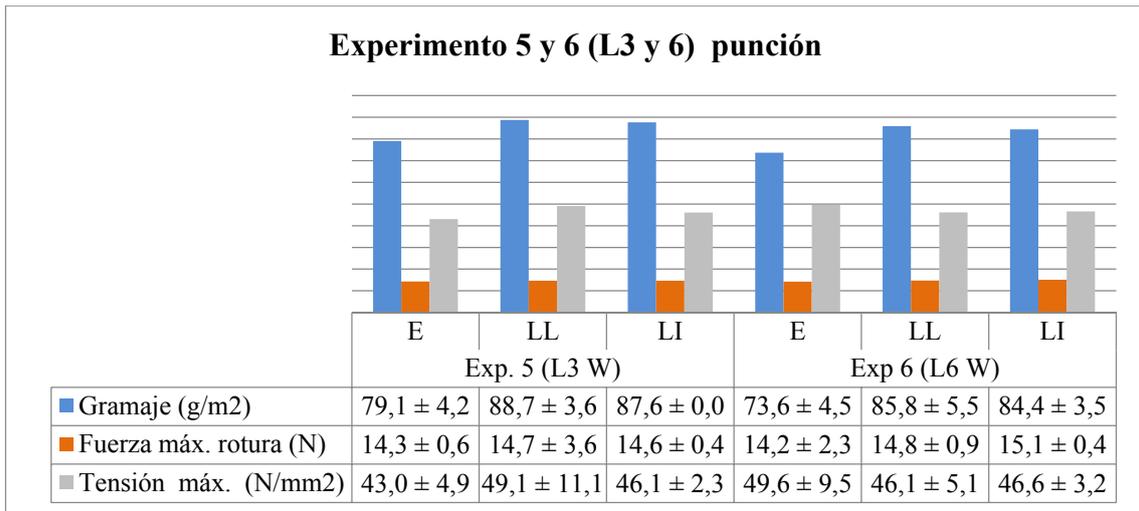


Figura 38: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con el mismo material plástico. Fuente: elaboración propia. (E) posición de la esquina; (LL) posición lateral derecha; (LI) posición lateral inferior.

6.3.3 Comparación control

En las pruebas realizadas al material original previo al termo formado, se puede ver como existen pequeñas diferencias en la fuerza de rotura a punción y la tensión máx. de rotura entre una posición y otra de los testigos. Y como se observa como el material de partida muestra mayor resistencia en el material W que el material M.

El envase es homogéneo respecto a la resistencia a punción y tensión máxima de rotura, ya que las diferencias que se muestran en los análisis realizados no son muy importantes. En general podemos decir que los envases con el material plástico M tienen una menor resistencia a rotura por punción que el material W.

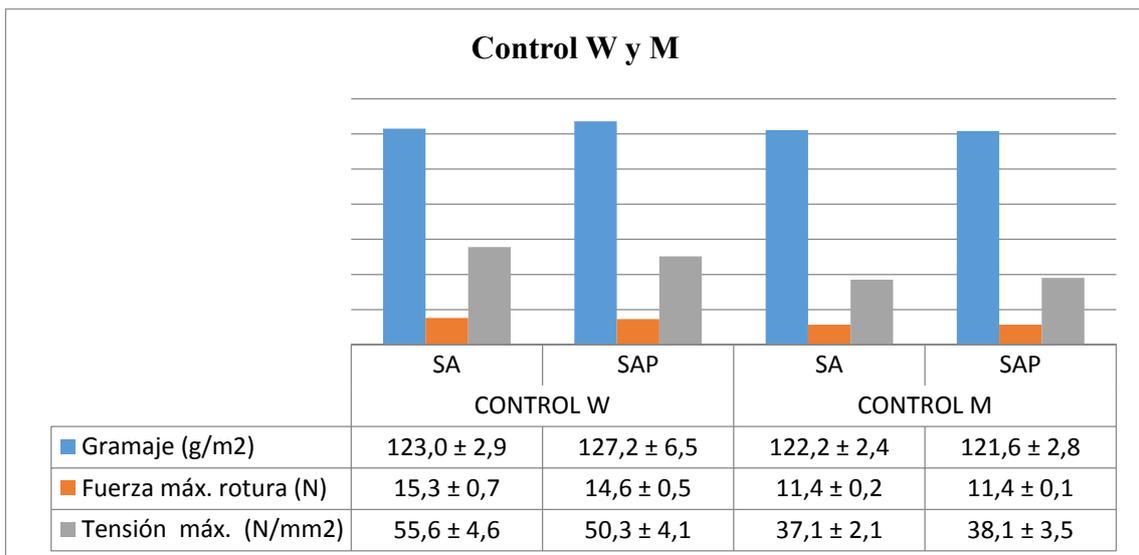


Figura 39: Representación gráfica de los resultados obtenidos de material plástico antes del termo formado para ensayos de punción. Fuente: elaboración propia. (SA) posición en sentido avance; (SAP) posición sentido

6.3.4 Resultados estadísticos

En el análisis estadístico de los datos obtenidos observamos que las diferencias entre material plástico y otro para los experimentos 1, 2 y 3, 4 (L4 y L6) son significativas, viendo que el material plástico W tiene unos valores de resistencia a rotura por punción mayores que el material M en todos los casos. Las diferencias entre el experimento 5 y 6 (L3 y L6) no son significativas confirmando que las dos termo formadoras hacen envases con una resistencia a punción similares.

El material de partida es diferente viendo que la resistencia del proveedor W es superior al proveedor M y que para la resistencia a punción y tensión de rotura no es importante la posición del envase.

Tabla n° 7: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de punción. Fuente: elaboración propia.

Experimento	Líneas	N° posiciones (E, LL, LI)	N° réplicas	N° tortillas	P	Media Fuerza máx. (N)	Media Tensión máx. (N/mm ²)	Media Elongación máx. (mm)	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	3	10	8	W	15,1± 0,5	45,1± 1,1	7,4± 0,4	Lógistica	Man-Whitney	Significativo
2		3	10	8	M	9,8± 1,2	31,3± 1,1	6,6± 0,4	Uniforme		
3	L6	3	10	8	W	14,3± 0,4	44,1± 5,7	7,4± 1,3	Lógistica	Man-Whitney	Significativo
4		3	10	8	M	9,6± 0,9	31,4± 4,1	6,5± 2,1	Uniforme		
5	L3	3	10	12	W	14,5± 0,6	46,0± 7,3	7,1± 1,4	Laplace	Man-Whitney	No Significativo
6	L6	3	10	12	W	14,7± 0,9	47,4± 6,3	8,1± 2,4	Uniforme		
Control	Testigo W	2	10	Sin tortillas	W	14,8± 0,7	55,6± 13,6	7,3± 0,4	Valor extremo más grande	Man-Whitney	Significativo
Control	Testigo M	2	10	Sin tortillas	M	11,4± 0,2	37,5± 2,9	4,8± 0,2	Valor extremo más grande		

6.4 Pruebas de vida útil acelerada. pH

Como se ha comentado anteriormente para el análisis del pH se han tomado 6 muestras de las 12 a analizar semanalmente. Los resultados obtenidos se adjuntan en el anexo nº 4, de estos resultados se ha realizado un tratamiento estadístico de los datos y se han elaborado gráficos con las medias y las desviaciones típicas, que se presentan a continuación.

6.4.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

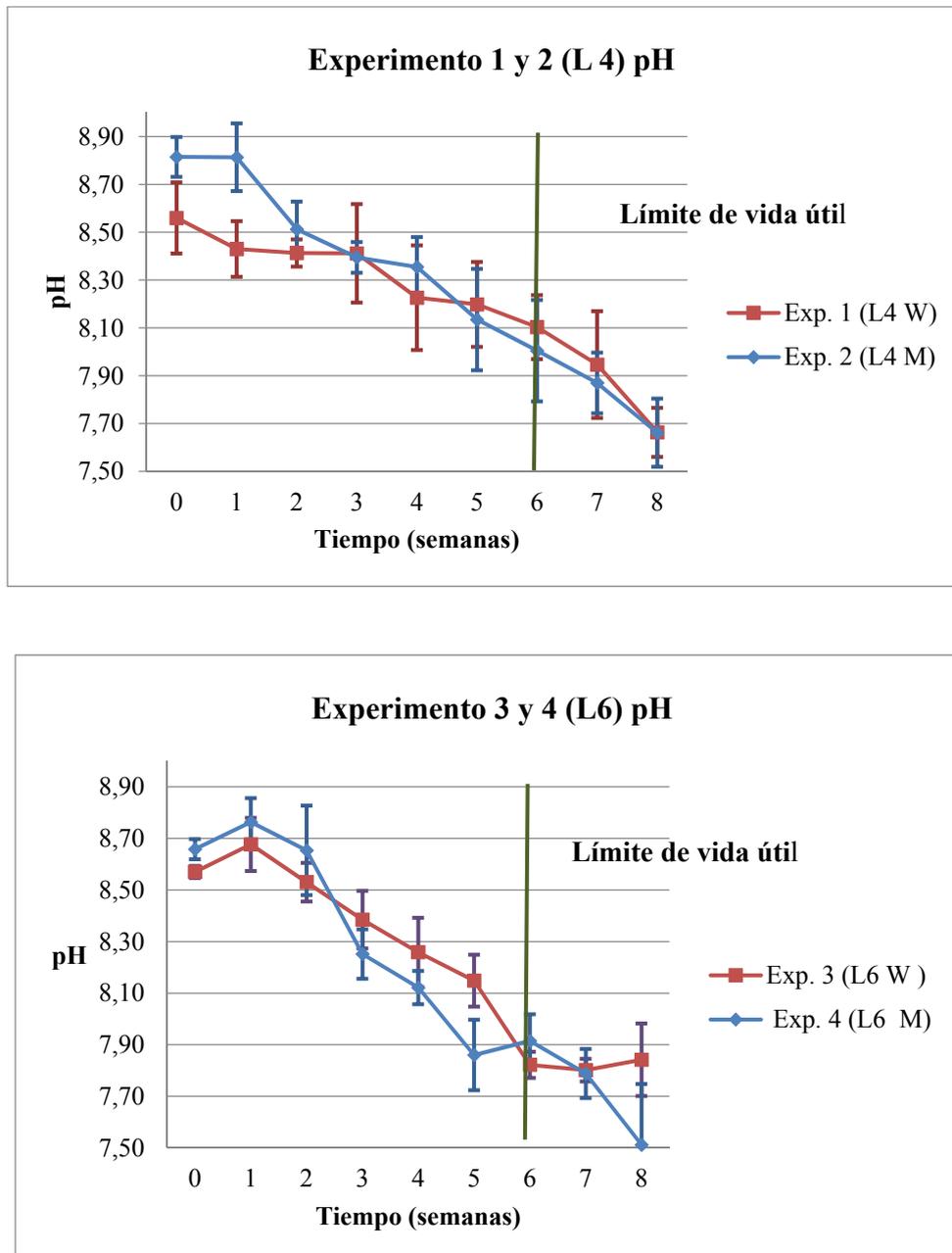


Figura 40: Representación gráfica de los resultados obtenidos por experimento y por tipo de material gráfico para ensayos de pH. Fuente: elaboración propia.

Podemos observar en la comparativa del experimento 1 y 2 (L4) que el pH de la tortilla evoluciona disminuyendo a lo largo del tiempo de almacenaje y como la disminución en el tiempo de pH es más rápida en el material plástico M que en el W.

En el experimento 3 y 4 (L6) las dos muestras el pH de las tortillas disminuye con el paso del tiempo y observamos como la bajada del pH en el material M es más rápida y mayor que el material W.

6.4.2 Comparativa experimento 5 y 6.

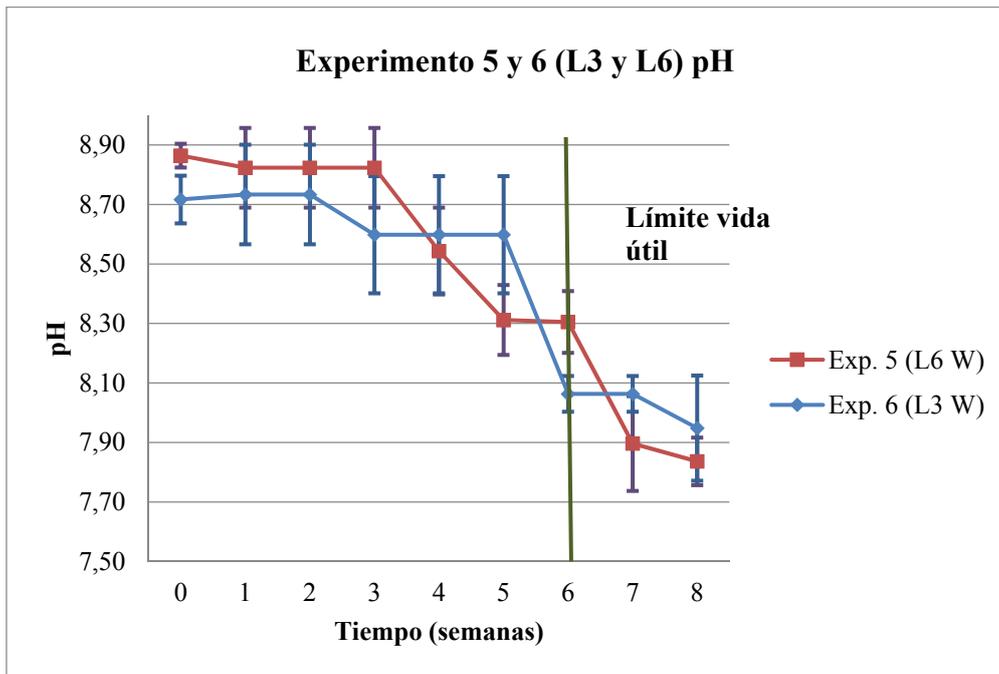


Figura 41: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas e igual material plástico para ensayos de pH. Fuente: elaboración propia.

En la comparativa del experimento 5 y 6 (L3 y L6) las dos muestras presentan el mismo material plástico y el mismo n° de tortillas, y como en los casos anteriores la evolución del pH es más estable al principio y luego disminuye a más velocidad.

6.4.3 Resultados estadísticos

En general encontramos como el pH disminuye con el paso del tiempo en las tortillas y los valores obtenidos de los dos materiales son muy similares. El pH es una de las propiedades de las tortillas que se puede medir para control de la vida útil y de la calidad, con un pH elevado por encima de 6,2 conllevan un deterioro rápido de la tortilla y un mejor sabor, aroma y apariencia, sin embargo un pH bajo por debajo de 5,2 tienden a tener un sabor ácido.

La acidificación del producto puede ser debida a los procesos metabólicos de envejecimiento que se producen durante el almacenaje y a la presencia de CO₂ en un 60%, ya que el CO₂ acidifica el producto al ser adsorbido e hidrolizarse en presencia de agua. Los carbohidratos presentes en un alimento pueden ser atacados por la flora del alimento y transformarse en metabolitos como los alcoholes y ácidos.

Tabla nº 8: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de medición de pH. Fuente: elaboración propia.

Exp.	Líneas	Nº réplicas	Nº tortillas	P	Media pH	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	6	8	W	8,29± 0,02	Gausiana inversa	Mann-Whitney	No Significativo
2		6	8	M	8,26 ± 0,02	Gausiana inversa		
3	L6	6	8	W	8,21 ± 0,41	Normal	ANOVA	Significativo
4		6	8	M	8,17 ± 0,44	Normal		
5	L3	6	12	W	8,45 ± 0,34	Uniforme	Mann-Whitney	No Significativo
6	L6	6	12	W	8,47 ± 0,40	Uniforme		

El valor medio del pH a lo largo de las 8 semanas de estudio del producto está comprendido entre 8,17 – 8,45. Como hemos podido ver el pH va disminuyendo a lo largo de su vida útil comenzando con valores cercanos a 8,6 al final de los doce meses alcanza valores cercanos a los 7,7.

En general por los análisis que hemos realizado no podemos establecer una relación directa entre la evolución del pH de las tortillas con el cambio de material plástico de partida para la elaboración del envase. Tampoco se han encontrado diferencias significativas entre los dos experimentos 5 y 6 (L3 y L6). Tan solo en la comparativa del experimento 3 y 4 (L6) se han podido establecer diferencias significativas entre la evolución del pH con los dos tipos de material, aunque este comportamiento no es constante.

6.5 Pruebas de vida útil acelerada. Actividad de agua (Aw)

El valor de la actividad de agua nos da una idea de la cantidad de agua disponible metabólicamente y es un factor clave para controlar el crecimiento de organismos como los mohos, que son los microorganismos que más afectan al producto en estudio.

Como se ha comentado anteriormente para el análisis de la actividad de agua (Aw) se han analizado 12 muestras semanalmente. Los resultados obtenidos se adjuntan en el anexo nº 4, de estos resultados se ha realizado un tratamiento estadístico y se han elaborado gráficos con las medias y las desviaciones típicas, que se presentan a continuación.

6.5.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

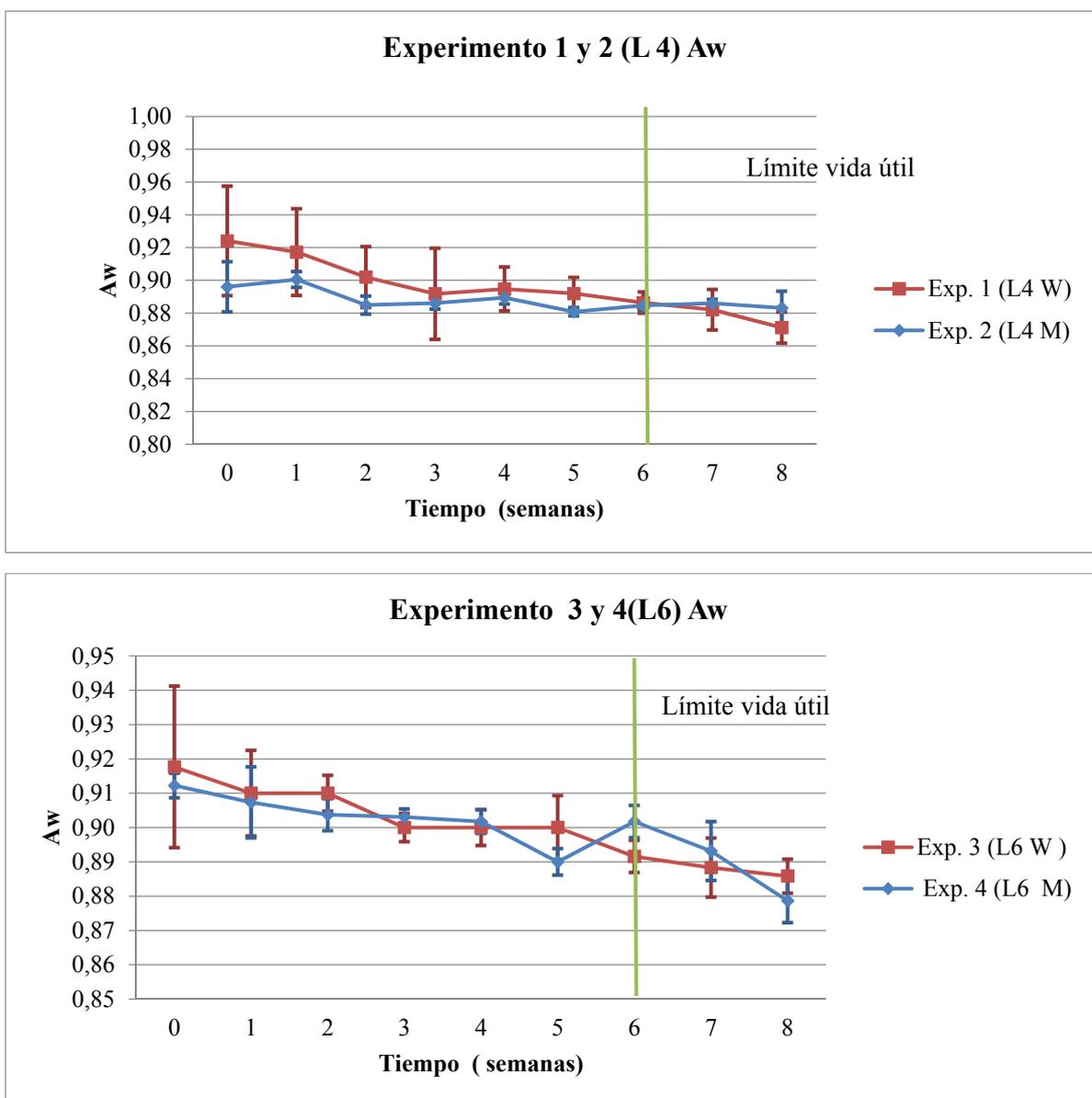


Figura 42: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de actividad de agua (Aw). Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar en el experimento 1 y 2 (L4) los valores de actividad de agua (A_w) para material plástico W son mayores que los presentes en el material plástico M hasta el periodo de vida útil del producto que son 8 meses (6 semanas en vida útil acelerada). Una vez pasado ese periodo de tiempo la actividad de agua baja de manera más rápida alcanzando valores menores a 0,88. Podemos decir que el material M tiene una evolución de la actividad de agua más estable a lo largo del tiempo.

En el caso del experimento 2 y 3 (L6) la actividad de agua en el proveedor W es mayor que el M y la evolución del actividad de agua es más estable y horizontal hasta la fecha de límite de vida útil y después se produce una disminución más brusca de A_w hasta valores de 0.88.

6.5.2 Comparativa experimento 5 y 6.

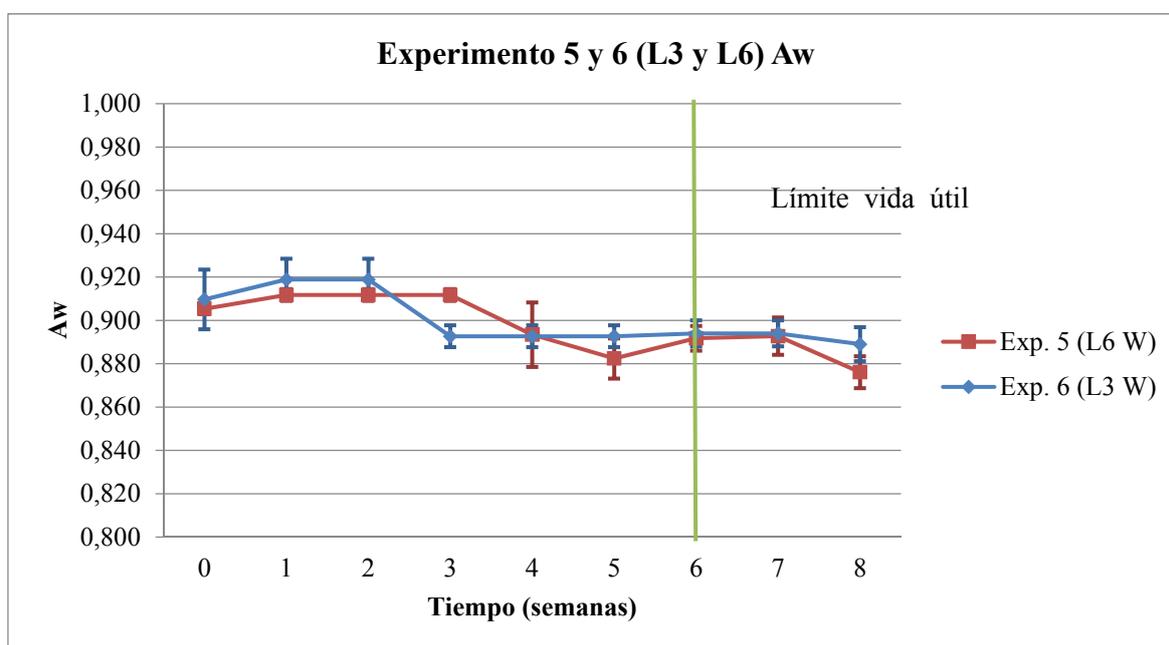


Figura 43: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con el mismo material plástico para ensayos de actividad de agua (A_w). Fuente: elaboración propia.

En el caso del experimento 5 y 6 (L3 y L6) observamos cómo, en general, los valores de actividad de agua obtenidos son muy similares existiendo puntos en los que unos son mayores que otros y viceversa sin verse una tendencia clara.

6.5.3 Resultados estadísticos

Según el análisis estadístico realizado no podemos establecer una relación directa entre el tipo de material plástico del envase con la evolución de la actividad de agua del producto. Solo se ha podido establecer diferencias significativas en el caso del experimento 1 y 2 (L4), en la que se observa que el proveedor W tiene una actividad de agua mayor.

Tabla nº 9: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de medición de actividad de agua (Aw).

Fuente: elaboración propia.

Exp.	Líneas	Nº réplicas	Nº tortillas	P	Media Aw	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	6	8	W	0,892 ± 0,001	Laplace	Mann-Whitney	Significativo
2		6	8	M	0,887 ± 0,001	Loglogística		
3	L6	6	8	W	0,898 ± 0,001	Gausiana Inversa	Mann-Whitney	No Significativo
4		6	8	M	0,898 ± 0,001	Valor Extremo más chico		
5	L3	6	12	W	0,900 ± 0,013	Valor Extremo más grande	Mann-Whitney	No Significativo
6	L6	6	12	W	0,898 ± 0,014	Valor Extremo más chico		

6.6 Pruebas de vida útil acelerada. Humedad (% H)

El principal problema de las tortillas es la pérdida de humedad y el cambio de color a tonos marrones, estos cambios llevan al envejecimiento y aumento de la dureza. Por tanto es muy importante el contenido de humedad de las tortillas porque está relacionado con la dureza un producto. Las tortillas suelen tener un contenido de humedad alrededor del 30-32% en peso (Bello et al 1991).

Como se ha comentado anteriormente para el análisis de la humedad se han analizado 6 muestras semanalmente. Los resultados obtenidos se adjuntan en el anexo nº 4, de estos resultados se ha realizado un tratamiento estadístico y se han elaborado gráficos con las medias y las desviaciones típicas, que se presentan a continuación.

6.6.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

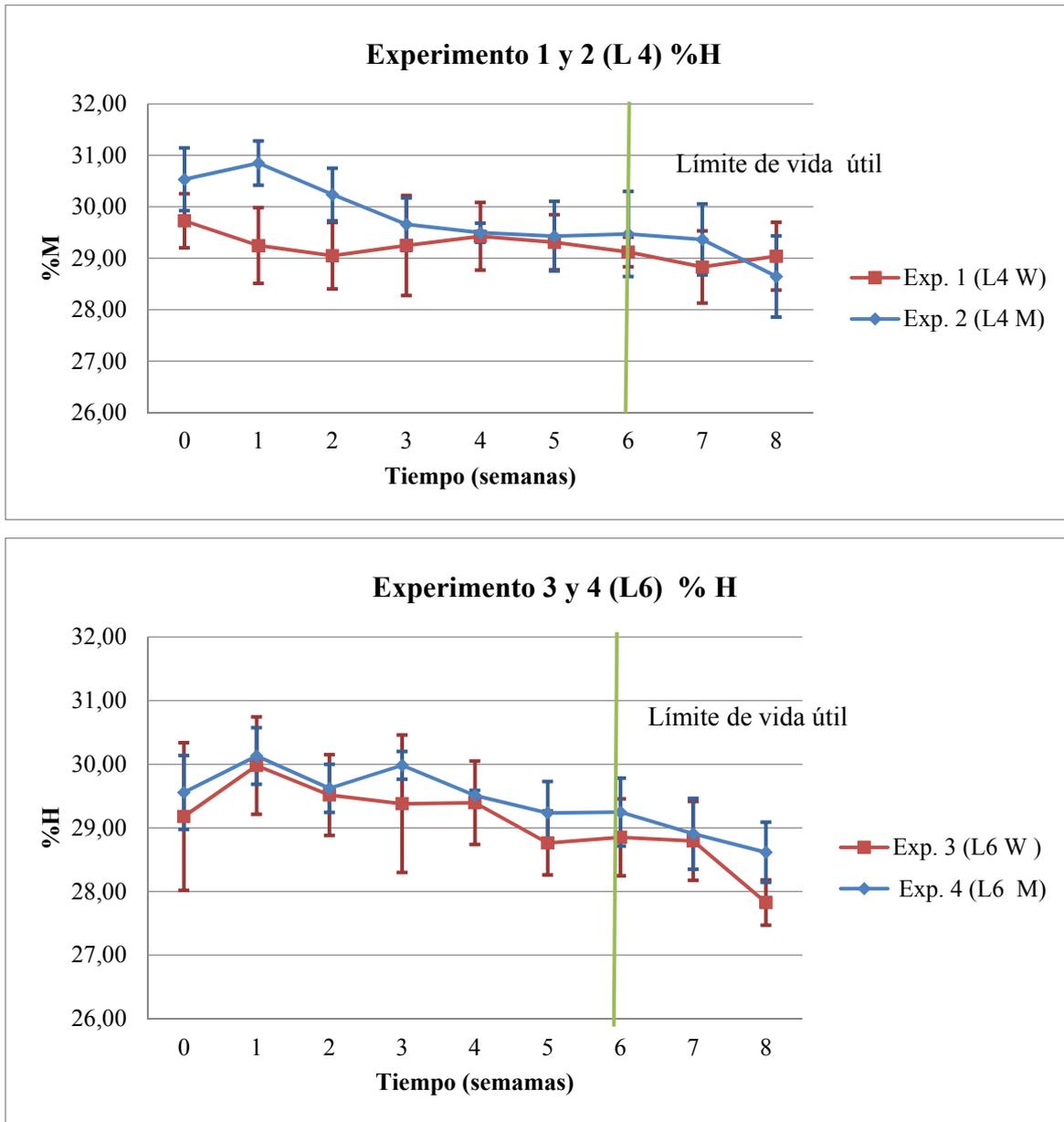


Figura 44: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de Humedad (H%). Fuente: elaboración propia.

En los gráficos se muestra como a lo largo de la vida del producto se produce una pérdida de humedad del producto que lleva a un aumento de la dureza, la capacidad del envase como un elemento barrera a la pérdida de la humedad es importante para prolongar la vida útil del producto.

En el experimento 1 y 2 (L4) observamos como la humedad va bajando a lo largo de las semanas y como los paquetes envasados con el proveedor M tienen un contenido de humedad mayor que el contenido del

material W. Pero si hablamos de pérdida de la humedad vemos que el material W pierde menos humedad 0,68 % con respecto al proveedor M que pierde 1,8%.

En el experimento 3 y 4 (L6) observamos como la humedad va bajando a lo largo de las semanas y los paquetes envasados con el material M tienen un contenido de humedad mayor que el contenido del material W. Al contrario de la anterior comparativa, la pérdida de humedad en el experimento 3 y 4 (L6) es menor en el material plástico M frente al W con una pérdida de 0,94% frente a 1,35 % respectivamente.

6.6.2 Comparativa experimento 5 y 6.

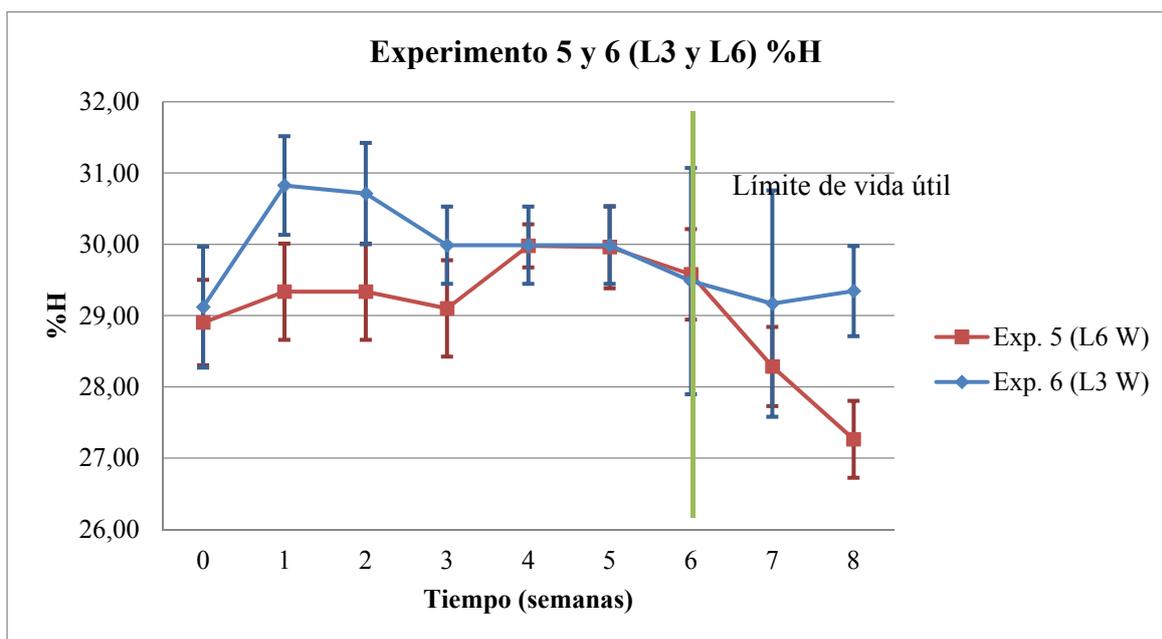


Figura 45: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con el mismo material plástico para ensayos de Humedad (H%). Fuente: elaboración propia.

En el experimento 5 y 6 (L3 y L6) la disminución de la humedad no se aprecia de forma más marcada hasta pasado la semana 6 (8 meses) del límite de la vida útil del producto. En la línea 3 los resultados encontrados son un poco contradictorios, ya que la humedad del producto es mayor al final del ensayo que en el inicio.

6.6.3 Resultados estadísticos

En general, según los datos obtenidos podemos decir, que aunque existe una tendencia a que la humedad del material plástico del proveedor M sea mayor que la del proveedor W, estas diferencias no son significativas, por lo que no podemos afirmar que existen diferencias entre los proveedores estudiados con respecto a la protección del producto frente a la barrera de vapor de agua.

Tabla n° 10: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de medición de humedad (H%).

Fuente: elaboración propia.

Exp.	Líneas	N° réplicas	N° tortillas	P	Media H%	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	6	8	W	29,42 ± 0,13	Valor Extremo más chico	Mann-Whitney	No Significativo
2		6	8	M	29,67 ± 0,14	Normal		
3	L6	6	8	W	29,16 ± 0,87	Gaussina Inversa	Mann-Whitney	No Significativo
4		6	8	M	29,34 ± 0,59	Valor Extremo más chico		
5	L3	6	12	W	29,90 ± 1,09	Valor Extremo más chico	Mann-Whitney	Significativo
6	L6	6	12	W	29,16 ± 0,86	Valor Extremo más chico		

6.7 Pruebas de vida útil acelerada. Concentración de gases.

La composición de la atmósfera modificada más habitual en productos de panadería y repostería consiste en CO₂ exclusivamente o en la combinación de nitrógeno y dióxido de carbono. El nitrógeno actúa como gas de relleno mientras que el dióxido de carbono se añade por su acción bacteriostática y fungistática. La composición inicial presente en nuestro producto es de 60% de CO₂, 40 % de N₂ y menos de 0,5 % de O₂. La presencia de oxígeno es la mínima que permite el propio proceso. Con unas buenas características barreras del envase se consigue la mínima pérdida de gases de la atmósfera modificada. Una vez suministrada la atmósfera inicial esta se modifica por dos diferentes motivos, como son la interacción con el producto en el interior del envase y por el intercambio con el ambiente exterior.

Como se ha comentado anteriormente para el análisis de la concentración de gases (O₂, CO₂ y N₂) se han analizado 12 muestras semanalmente. Los resultados obtenidos se adjuntan en el anexo n° 5, de estos resultados se ha realizado un tratamiento estadístico y se han elaborado gráficos con las medias y las desviaciones típicas, que se presentan a continuación.

El estudio estadístico de los resultados obtenidos se ha realizado sobre el CO₂, debido a que la presencia de oxígeno es muy pequeña y desaparece a partir de la 2 a la 4 semana de almacenamiento y que la presencia porcentual del N₂ es calculada a partir de los datos de CO₂ y O₂.

6.8 O₂- Oxígeno.

El oxígeno es un gas altamente reactivo y que interviene en las reacciones alterantes de los alimentos por lo que es muy importante que no esté presente en el envase para aumentar la vida útil del producto. En el envasado podemos encontrar un oxígeno residual que se encuentra en valores entorno al 0,5%.

6.8.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

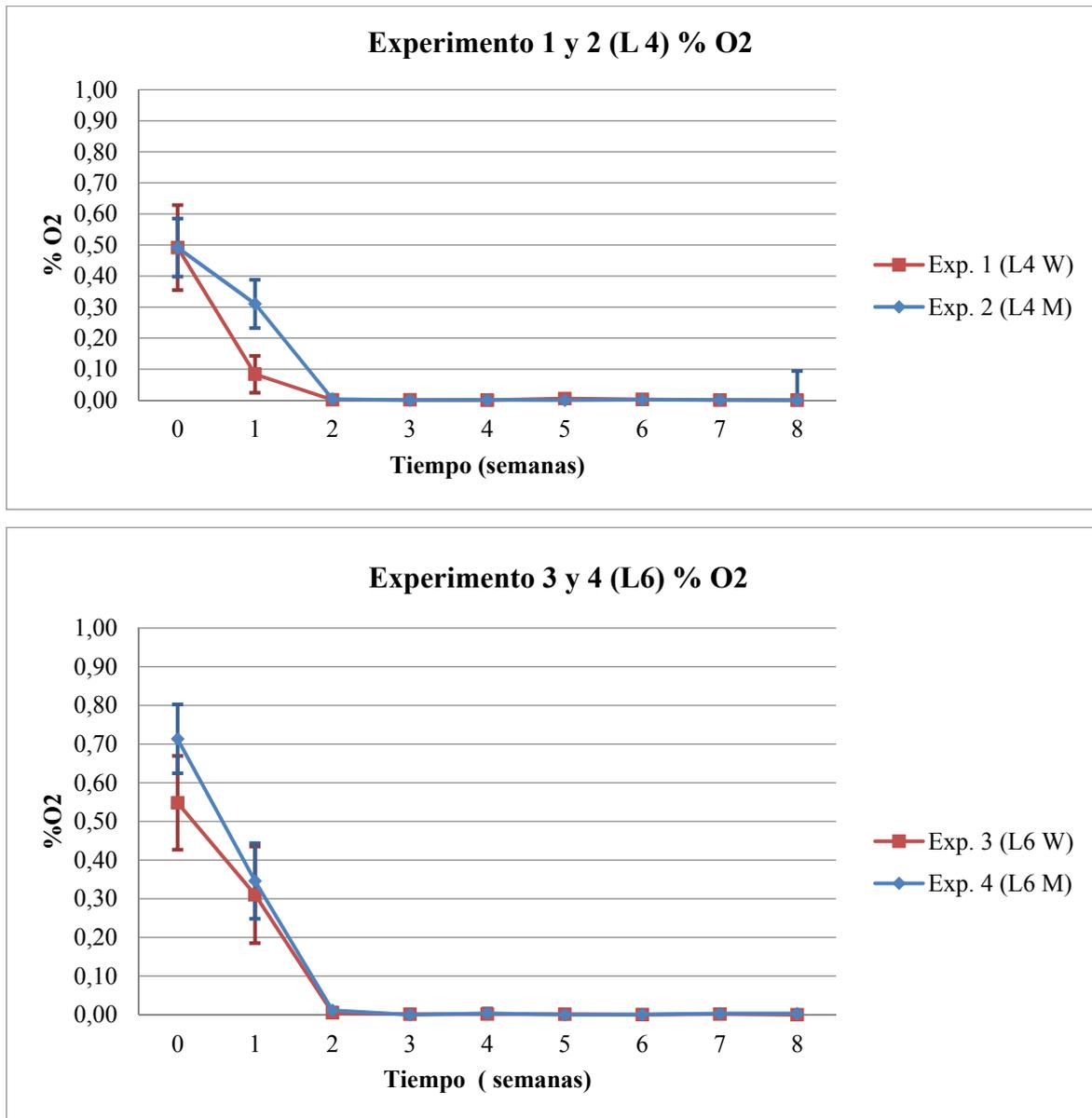


Figura 46: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo material plástico para ensayos de concentración de O₂. Fuente: elaboración propia.

En general podemos ver como la concentración inicial de la que se parte en los envases se encuentra cercana al 0,5 %. Que tanto en la comparativa de los experimentos 1,2 y 3 y 4 en la línea de los envases con 8 tortillas la eliminación del oxígeno presente se realiza a las dos semanas de almacenamiento a 37°C (3 meses a temperatura ambiente). Esta eliminación del oxígeno se produce por las reacciones producidas entre las tortillas en presencia del oxígeno.

6.8.2 Comparativa experimento 5 y 6.

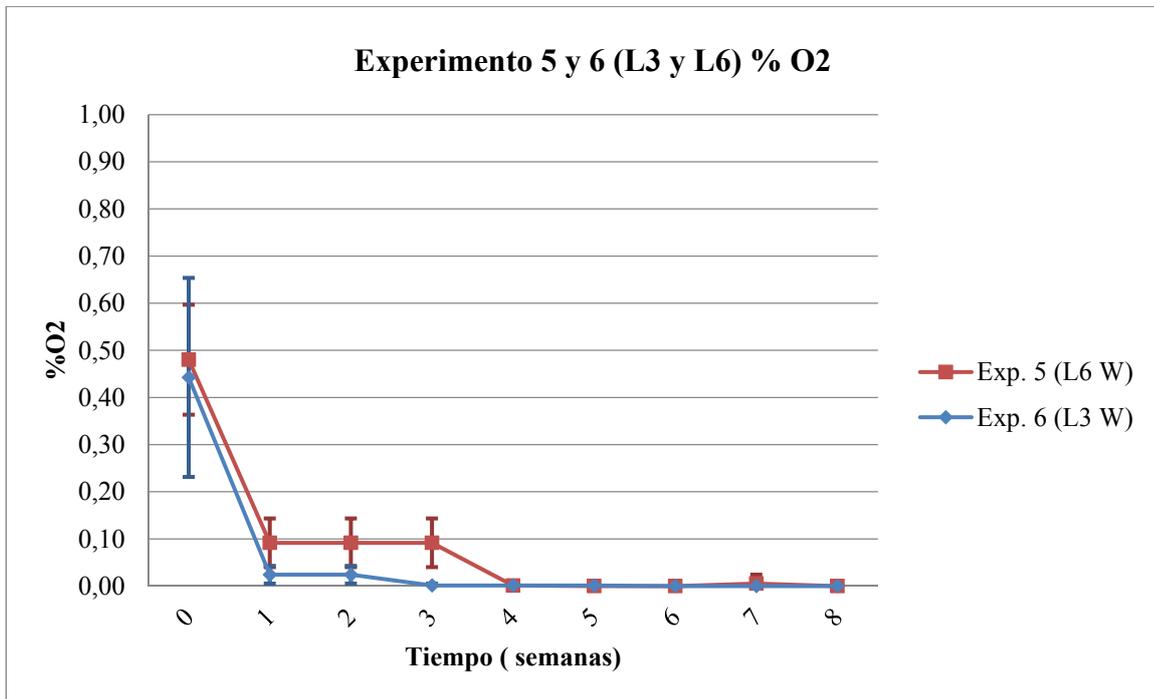


Figura 47: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas e igual material plástico para ensayos de concentración de gas O₂. Fuente: elaboración propia.

En los experimentos 5 y 6 (L3 y L6) con 12 tortillas el consumo del oxígeno en las reacciones oxidativas del producto se alargan hasta la semana 4 a 37 °C (6 meses a temperatura ambiente) debido que en los envases de 12 tortillas contienen una cantidad de oxígeno más elevada al ser mayor el volumen del envase.

6.9 CO₂-Dioxido de Carbono.

La presencia de dióxido de carbono es muy importante en el envase, ya que tiene propiedades bacteriostáticas, fungistáticas e insecticidas. Es necesaria una concentración del 20-60 % en el envase para mantener estas propiedades. Desde el mismo momento que se sella el envase con una concentración inicial del 60 % esta disminuye por su dilución en medio acuosa y por la permeabilidad del envase frente a los gases. Como hemos comentado anteriormente la el dióxido de carbono se difunde de 2 a 6 veces más rápido a través del envase que otros gases. Por lo que es muy importante mantener el efecto barrera a los gases del envase.

6.9.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

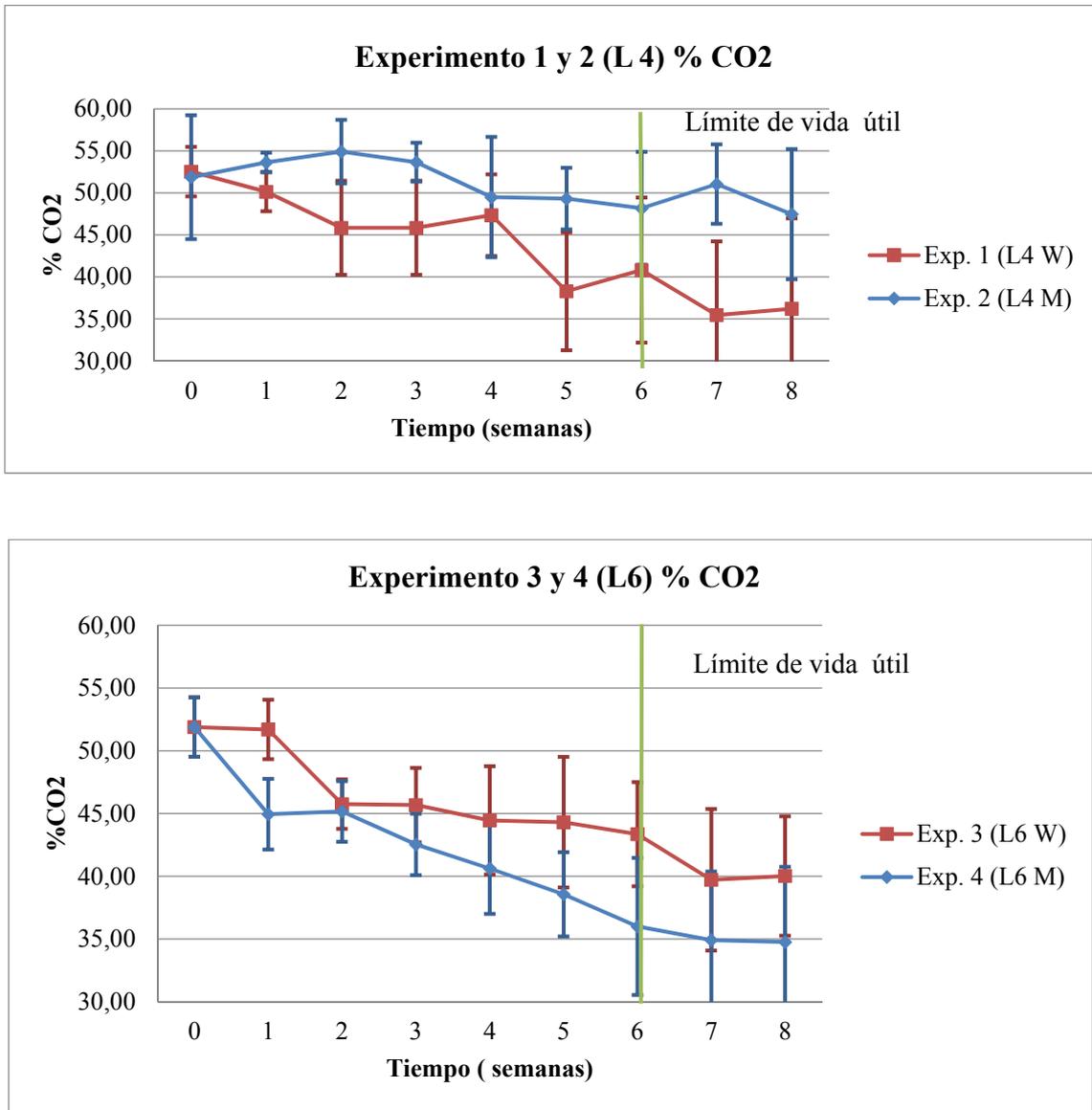


Figura 48: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de concentración de CO₂. Fuente: elaboración propia.

En el experimento 1 y 2 suponiendo una concentración inicial de los envases es de 60% de CO₂ podemos observar, como en el primer día de almacenado el porcentaje disminuye de manera brusca en un 8 %, dato muy importante, ya que en el resto del periodo de 8 semanas a 37°C baja entre un 4,4 a 16,3 %. En este caso vemos como la reducción de dióxido de carbono en el material plástico M es menor en el material plástico W.

En el experimento 3 y 4 (L6) la disminución del primer día es igualmente del 8%, produciéndose en el resto del tiempo de estudio una disminución de entre 12 y 17 %.

En el experimento 3 y 4 (L6) se observa como la reducción de dióxido de carbono en el proveedor W es menor que las del proveedor M.

6.9.2 Comparativa experimento 5 y 6.

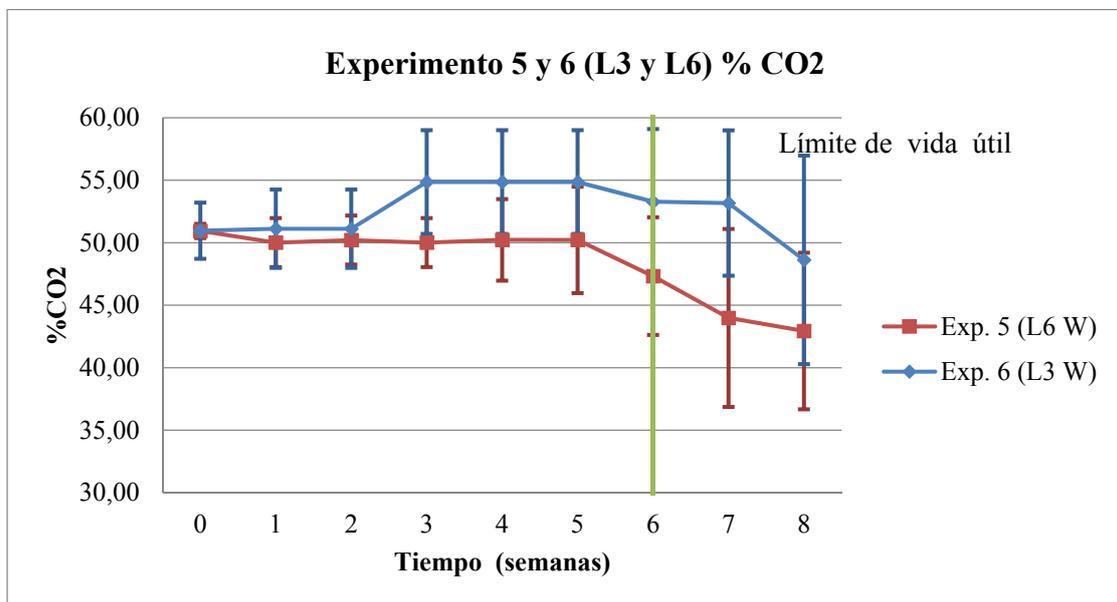


Figura 49: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas con un mismo material plástico para ensayos de concentración de CO2. Fuente: elaboración propia.

En la comparativa entre el experimento 5 y 6 se puede ver que la disminución mayor del CO₂ se produce a partir de la semana número 6.

6.9.3 Resultados estadísticos

En general podemos decir, según los resultados del tratamiento estadístico de los datos, que aunque en el resultado se puede ver diferencias significativas en los resultados obtenidos entre un material y otro no podemos ver un comportamiento constante, ya que hay resultados opuestos en función de la línea de producción de estudio. En estos resultados se puede intuir una influencia de la línea de envasado.

Tabla nº 11: Resultados del estudio estadístico de los datos del ensayo de concentración de gas CO₂.

Exp.	Líneas	Nº réplicas	Nº tortillas	P	Media CO2	Distribución	Prueba análisis	Resultado análisis
1	L4	6	8	W	44,43 ± 0,58	Valor Extremo más chico	Mann-Whitney	Significativo
2		6	8	M	51,06 ± 0,59	Valor Extremo más chico		
3	L6	6	8	W	43,76 ± 0,55	Valor Extremo más chico	Mann-Whitney	Significativo
4		6	8	M	40,69 ± 0,57	Weibull		
5	L3	6	12	W	52,47 ± 5,17	Logística	Mann-Whitney	Significativo
6	L6	6	12	W	48,40 ± 4,99	Valor Extremo más chico		

6.10 N₂- Nitrógeno

El nitrógeno es un gas inerte que químicamente sirve de relleno en la atmosfera modificada, en este caso se utiliza para eliminar el oxígeno del envase y de relleno del envase cuando el contenido de CO₂ disminuye.

6.10.1 Comparativa experimentos 1, 2 y 3, 4.

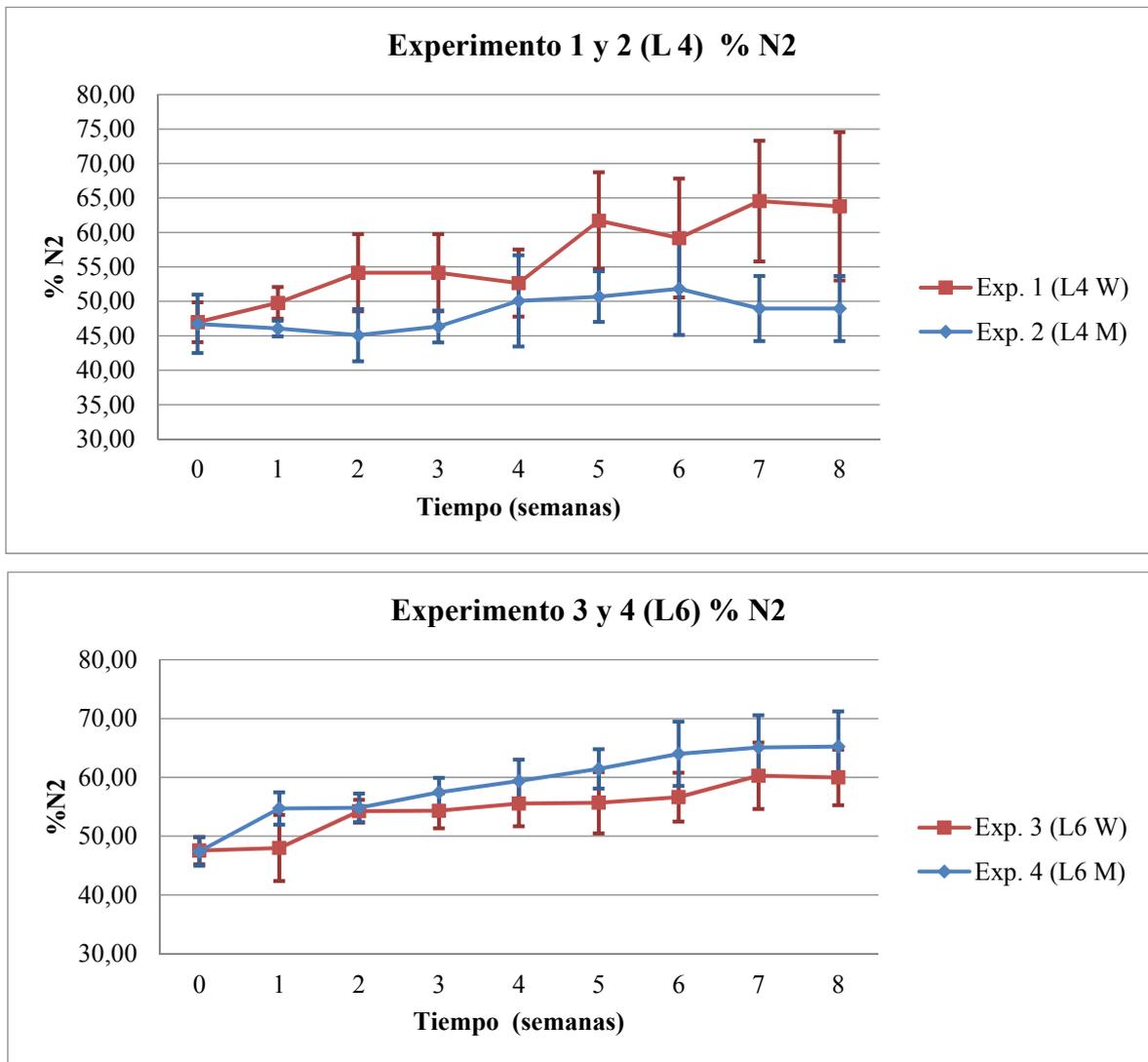


Figura 50: Representación gráfica de los resultados obtenidos por tipo de material plástico para ensayos de concentración de N₂. Fuente: elaboración propia.

Observamos como el porcentaje de nitrógeno aumenta al disminuir el resto de gases presentes en la atmosfera modificada a lo largo de la vida útil del producto.

6.10.2 Comparativa experimento 5 y 6.

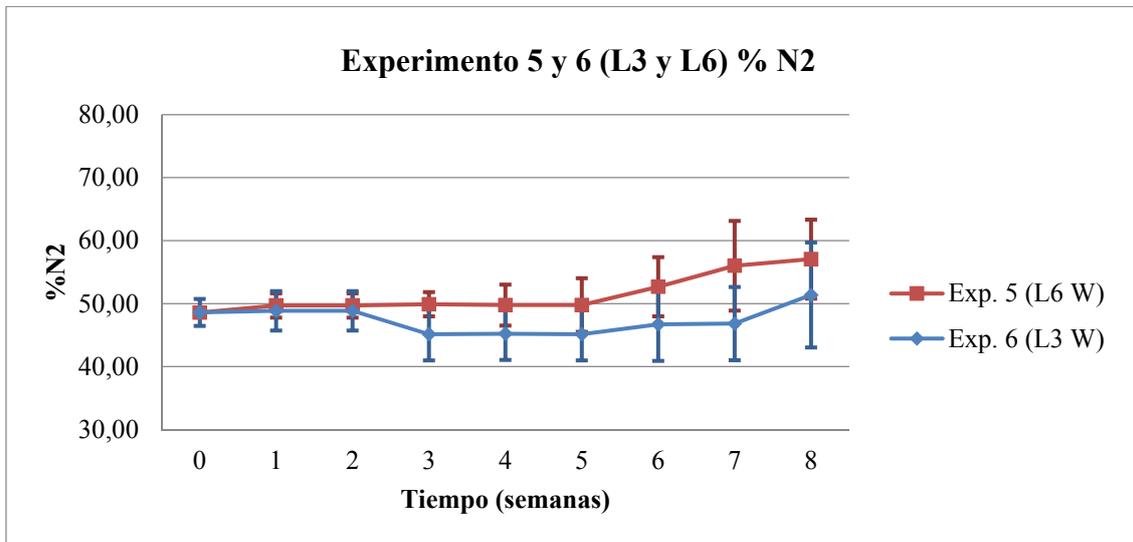


Figura 51: Representación gráfica de los resultados obtenidos por líneas y con el mismo material plástico para ensayos de concentración de N₂. Fuente: elaboración propia.

Observamos como el porcentaje de nitrógeno aumenta al disminuir el resto de gases presentes en la atmósfera modificada a lo largo de la vida útil del producto.

7 Conclusiones y recomendaciones.

7 Conclusiones y recomendaciones.

Para el análisis comparativo de los dos materiales plásticos se han realizado pruebas relacionadas con las prestaciones mecánicas del envase y pruebas relacionadas con la capacidad de permeabilidad del producto e indirectamente con la capacidad de protección para aumento de la vida útil.

Mediante la caracterización de envase por medio de la medición de su espesor, se ha podido analizar gráficamente como las termoformadoras realizan una deformación del plástico de forma irregular para adaptarse a al envase requerido, se determinó que como los puntos de mayor deformación coinciden con la zona cercana a la curva y a las esquinas.

Se ha podido demostrar en los experimentos 1, 2 y 3, 4 (L6 y L4) como existen diferencias significativas en los espesores de los envases, en los puntos estudiados en función del origen del plástico utilizado. También se ha visto como para un mismo tipo de envase (12 Tortillas) en los experimentos 4 y 5 (L3 y L6) las diferencias entre los espesores de los envases no son significativas. Por lo que podríamos afirmar que el material de partida afecta a los espesores de los envases y que los espesores en los puntos críticos del envase (esquinas y zona curva) son menores en el material plástico M.

En el análisis de la resistencia a tracción se ha observado, que no existe diferencias entre una maquina temoformadora y otra con una misma materia prima, sim embargo, en los experimentos 1,2 y 3, 4 (L6 y L4) los envases realizados con material plástico distinto presentan diferencias significativas, teniendo el material plástico W unos valores de resistencia a tracción mayores que el material M en todos los casos. También se ha observado con mucha claridad como el envase no es homogéneo y que su parte más débil se localiza en las esquinas, que coincide con las zonas de menor espesor. Para los plásticos previos al conformado existen diferencias significativas, entre los materiales plásticos, sobre todo si se tiene en cuenta la posición de las probetas respecto al avance. Esto confirma que el tipo de técnica empleada en la formación de los plásticos influye capacidad de resistencia de los plásticos en una u otra dirección.

Del análisis de la resistencia a punción se ha deducido que no existe diferencias entre los envases producidos en diferentes líneas con el mismo material, sim embargo el material de partida es determinante en la resistencia a punción, ya que muestra que uno de los materiales W tiene mayor resistencia que el otro material M.

Del análisis de las pruebas físicas del envase podemos decir que el comportamiento mecánico de un material frente al otro no es equiparable, mostrando que W tiene mayor resistencia a tracción y punción. Estas cualidades son importantes porque influyen en la resistencia del plástico para el termorfomado y para la manipulación del producto en la producción, transporte y comercialización.

Otra cualidad a tener en cuenta en el envase es su capacidad como elemento barrera frente a los gases y a al vapor de agua. En el estudio de vida útil realizado se ha analizado si el cambio de material plástico puede influir en la capacidad de vida útil del producto o en sus prestaciones. Para estudiar las propiedades frente a la protección del producto se han medido la actividad de agua, el pH, la humedad y la concentración de

gases. No se ha podido establecer una relación directa entre el material de partida del envase y la modificación del pH, la humedad y la concentración de gases durante su almacenamiento.

Para determinar de la concentración de gases se ha medido el oxígeno y el dióxido de carbono, el nitrógeno se ha obtenido por deducción. Ha resultado muy sorprendente ver la evolución del dióxido de carbono que en el primer día se produce una reducción de un 8% pasando a una concentración de 52%. Aunque se han podido establecer diferencias significativas en las concentraciones de CO₂ de un material a otro de los experimentos estudiados no se puede determinar un criterio constante, ya que los resultados son contradictorios.

En conclusión se han podido establecer una prestaciones mecánicas mejores en el material plástico W frente al M pero más homogéneas en este último. Frente a las prestaciones como elemento barrera no se ha podido establecer diferencias entre un material plástico y otro, encontrando que ambos dos se ajustan a los requerimientos necesarios para la protección del producto.

En un futuro se podría incluirse en estas comparativas otras cualidades de los plásticos como el coeficiente de fricción y su capacidad para el termo conformado, ya que pueden ser determinantes en el rendimiento de la producción. Se han establecido las bases para poder comparar un material plástico con otro y para poder tomar una decisión teniendo en cuenta, como uno de los factores, las prestaciones técnicas de los productos.

8 Bibliográfica

8 Bibliográfica

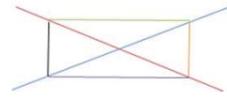
- American Society for Testing and Materials. (2002). ASTM 882-D: Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- Asociación española de Normalización. (2012) UNE-EN-527: Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Métodos de ensayo. Madrid AENOR.
- Asociación española de Normalización. (2004) UNE- 144777: Envases y embalajes. Envases y embalajes de materiales flexibles. Determinación de la resistencia a la punción. Métodos de ensayo. Madrid AENOR.
- Bello, A. B., Serna-Saldivar, S. O., Waniska, R. D., and Rooney, L. W. (1991). Methods to prepare and evaluate wheat tortillas. *Cereal Foods World*, 36, 315-322.
- García Iglesias. E., Lago Cabezos. L., Fernando Nuevo J.L. (2006) . Tecnología de envasado en atmósfera protectora. <http://www.madridmasd.org>.
- Guía técnica ANIA de envase y embalaje. Pentafood food packaging solutions. [http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/7381D4D08275908BC1256F250063FA93/\\$FILE/Nov_L%C3%A1mina%20para%20el%20envasado.%20PENTAFOOD.pdf?OpenElement](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/7381D4D08275908BC1256F250063FA93/$FILE/Nov_L%C3%A1mina%20para%20el%20envasado.%20PENTAFOOD.pdf?OpenElement).
- Gonzalez Agramon, M. M., and Serna Saldivar, S. O. (1988). Effect of defatted soybean meal and soybean isolate on the nutritional, physical, chemical and organoleptic properties of wheat flour tortillas. *J. Food Sci*, 53, 793-797.
- Jay, J. M., 2000. *Modern Food Microbiology*, 6th ed. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.
- Limanond, B., Castell-Perez, M. E., and Moreira, R. G. (2002). Modeling the kinetics of corn tortilla staling using stress relaxation data. *J. Food Eng*, 53, 237-247.
- Laurence McKeen W. (2017). *Permeability Properties of Plastics and Elastomers (Fourth Edition)*. Published by Elsevier.
- L.W. Rooney and S.O. Serna-Saldivar (2017) *Tortillas: Wheat flour and Corn Products*. AACC International. Published by Elsevier.
- Martin, D.J., y Stewart, B.J. (1986). Las propiedades de mezcla de la masa de un derivado de trigo Cultivar Euphytica. 35, 225 - 232.
- Pascual Lizapa A. (2011). Guía de criterios de calidad y puntos de control en el diseño de embalajes de calidad. AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico. WWW. Aimplas.es
- Schuster, G., y Adams, W.F. (1984). Emulsifiers as additives in bread and fine baked products. in: *Advances in Cereal Science and Technology*, vol. VI. Y. Pomeranz, 139-288 ., St. Paul, MN: American Association of Chemist.
- Serna-Saldivar, S. O., Rooney, L. W. and Waniska, R. D. (1988c). Wheat flour tortilla production. *Cereal Foods World*, 23, 855-864.
- Serna-Saldivar, S. O. (2010). *Cereal Grains: Properties, Processing and Nutritional Attributes*. CRC Press (Taylor & Francis Group), Boca Raton, FL.

- Serna- Saldivar (2016) History of Corn and Wheat Tortillas. En L.W. Rooney and S.O. Serna-Saldivar Tortillas: Wheat Flour and Corn Products. 1-28
- Serna- Saldivar (2016) Nutrition and Fortification of Corn and Wheat Tortillas. En L.W. Rooney and S.O. -
- Serna-Saldivar Tortillas: Wheat Flour and Corn Products. 29-63
- Waniska, R. D. (1999). Perspectives on flour tortillas. Cereal Foods World. 44,471-473.
- Waniska, R. D., Cepeda, M., Sullins King, B., Adams, J. L., Rooney, L. W., Torres, P. I., Lookhart, G. L., -
- Bean, S. R., Wilson, J. D., and Betchel, D. B. (2004.). Effects of flour properties on tortilla qualities. Cereal Foods World 49,237-244.

Anexo nº1: Resultados espesores

FECHA DE FABRICACIÓN 02/01/2017
 MEDIDO 08/05/2017

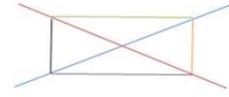
Experimento 1 Línea 4W 8T
 Semana 0



Plantilla	1	3	5	7	9	11	media	desviación	CV%	Warning lir	Critical limit	
0,336	1	0,115	0,112	0,114	0,106	0,106	0,103	0,109	0,00496655	4,56%	0,030	0,022
0,338	2	0,112	0,094	0,094	0,100	0,088	0,092	0,096	0,0084538	8,76%	0,030	0,022
0,332	3	0,117	0,083	0,088	0,094	0,076	0,089	0,091	0,01404872	15,38%	0,030	0,022
0,336	4	0,088	0,064	0,075	0,078	0,063	0,078	0,074	0,0094798	12,82%	0,030	0,022
0,339	5	0,111	0,056	0,063	0,073	0,049	0,064	0,070	0,02195146	31,57%	0,030	0,022
0,340	6	0,116	0,046	0,046	0,079	0,059	0,065	0,068	0,0263875	38,81%	0,030	0,022
0,334	7	0,054	0,057	0,061	0,066	0,065	0,062	0,061	0,00462241	7,58%	0,030	0,022
0,339	8	0,053	0,055	0,041	0,042	0,053	0,068	0,052	0,00987927	19,12%	0,030	0,022
0,338	9	0,064	0,074	0,054	0,046	0,066	0,080	0,064	0,01252198	15,77%	0,030	0,022
0,337	10	0,076	0,075	0,060	0,061	0,074	0,091	0,073	0,01140906	15,66%	0,030	0,022
0,338	11	0,081	0,085	0,072	0,076	0,084	0,092	0,082	0,00706163	8,65%	0,030	0,022
0,335	12	0,094	0,092	0,085	0,084	0,097	0,102	0,092	0,00694742	7,55%	0,030	0,022
0,335	13	0,107	0,099	0,090	0,102	0,091	0,103	0,098	0,0068313	6,96%	0,030	0,022
0,335	14	0,101	0,098	0,095	0,096	0,099	0,110	0,100	0,0054191	5,45%	0,030	0,022
0,337	15	0,095	0,097	0,091	0,096	0,102	0,104	0,098	0,00476445	4,88%	0,030	0,022
0,335	16	0,106	0,094	0,100	0,097	0,098	0,107	0,100	0,00516398	5,16%	0,030	0,022
0,339	17	0,107	0,099	0,097	0,096	0,098	0,098	0,099	0,00397073	4,02%	0,030	0,022
0,340	18	0,104	0,102	0,104	0,095	0,097	0,098	0,100	0,00384708	3,83%	0,030	0,022
0,339	19	0,101	0,102	0,104	0,092	0,096	0,105	0,100	0,00501996	5,02%	0,030	0,022
0,340	20	0,114	0,099	0,098	0,093	0,098	0,104	0,101	0,00726636	7,23%	0,030	0,022
0,337	21	0,110	0,103	0,101	0,095	0,091	0,107	0,101	0,00716705	7,12%	0,030	0,022
0,335	22	0,097	0,097	0,096	0,091	0,097	0,109	0,098	0,00594699	6,10%	0,030	0,022
0,336	23	0,093	0,097	0,092	0,089	0,095	0,106	0,096	0,00552871	5,78%	0,030	0,022
0,336	24	0,093	0,086	0,092	0,088	0,089	0,094	0,090	0,00314113	3,49%	0,030	0,022
0,336	25	0,093	0,083	0,077	0,089	0,082	0,095	0,087	0,00697854	8,07%	0,030	0,022
0,335	26	0,091	0,082	0,080	0,087	0,078	0,096	0,086	0,00694742	8,11%	0,030	0,022
0,338	27	0,077	0,067	0,066	0,070	0,065	0,095	0,074	0,01146589	15,53%	0,030	0,022
0,337	28	0,071	0,053	0,057	0,066	0,054	0,091	0,066	0,01443145	22,03%	0,030	0,022
0,340	29	0,068	0,051	0,066	0,057	0,048	0,086	0,062	0,01390923	22,25%	0,030	0,022
0,340	30	0,053	0,046	0,057	0,051	0,058	0,069	0,056	0,00784007	14,08%	0,030	0,022
0,344	31	0,053	0,071	0,062	0,059	0,087	0,072	0,067	0,01204436	17,89%	0,030	0,022
0,348	32	0,085	0,076	0,063	0,071	0,092	0,089	0,080	0,01125463	14,13%	0,030	0,022
0,345	33	0,102	0,102	0,095	0,087	0,112	0,103	0,100	0,00842417	8,41%	0,030	0,022
0,348	34	0,109	0,104	0,099	0,107	0,107	0,102	0,105	0,0037238	3,55%	0,030	0,022
0,351	35	0,102	0,100	0,097	0,104	0,098	0,099	0,100	0,00260768	2,61%	0,030	0,022
0,337	36	0,116	0,115	0,115	0,110	0,121	0,107	0,114	0,00489898	4,31%	0,030	0,022
0,336	37	0,114	0,117	0,110	0,115	0,117	0,108	0,114	0,00372827	3,28%	0,030	0,022
0,336	38	0,111	0,107	0,106	0,109	0,101	0,120	0,109	0,0063561	5,83%	0,030	0,022
0,339	39	0,095	0,088	0,109	0,088	0,073	0,102	0,092	0,01256583	13,63%	0,030	0,022
0,337	40	0,085	0,073	0,106	0,071	0,063	0,088	0,081	0,01534927	18,91%	0,030	0,022
0,338	41	0,057	0,059	0,063	0,060	0,043	0,069	0,059	0,00866603	14,77%	0,030	0,022
0,338	42	0,051	0,054	0,055	0,034	0,037	0,059	0,048	0,01030857	21,48%	0,030	0,022
0,334	43	0,061	0,051	0,056	0,050	0,060	0,073	0,058	0,00840833	14,46%	0,030	0,022
0,338	44	0,069	0,058	0,073	0,063	0,067	0,100	0,072	0,0148009	20,56%	0,030	0,022
0,337	45	0,072	0,068	0,088	0,068	0,077	0,101	0,079	0,01311488	16,67%	0,030	0,022
0,337	46	0,084	0,080	0,082	0,087	0,092	0,104	0,088	0,00881854	10,02%	0,030	0,022
0,341	47	0,084	0,079	0,102	0,093	0,082	0,108	0,091	0,01172462	12,84%	0,030	0,022
0,341	48	0,086	0,090	0,105	0,084	0,090	0,107	0,093	0,00985224	10,56%	0,030	0,022
0,339	49	0,113	0,093	0,100	0,090	0,090	0,099	0,098	0,00873499	8,96%	0,030	0,022
0,339	50	0,100	0,094	0,096	0,094	0,090	0,103	0,096	0,00466548	4,86%	0,030	0,022
0,340	51	0,103	0,099	0,096	0,094	0,088	0,101	0,097	0,0054191	5,62%	0,030	0,022
0,341	52	0,107	0,095	0,090	0,086	0,093	0,104	0,096	0,00813429	8,46%	0,030	0,022
0,343	53	0,100	0,099	0,098	0,096	0,091	0,107	0,098	0,00524404	5,35%	0,030	0,022
0,343	54	0,099	0,090	0,087	0,092	0,099	0,114	0,097	0,00970395	10,02%	0,030	0,022
0,342	55	0,102	0,099	0,095	0,080	0,090	0,110	0,096	0,01033441	10,80%	0,030	0,022
0,337	56	0,103	0,104	0,093	0,091	0,091	0,110	0,098	0,00806639	8,22%	0,030	0,022
0,337	57	0,093	0,103	0,092	0,086	0,092	0,105	0,095	0,00730525	7,69%	0,030	0,022
0,338	58	0,091	0,097	0,091	0,080	0,089	0,100	0,091	0,00694742	7,61%	0,030	0,022
0,339	59	0,089	0,097	0,105	0,081	0,079	0,100	0,092	0,01055304	11,44%	0,030	0,022
0,339	60	0,092	0,096	0,087	0,087	0,085	0,099	0,091	0,00562139	6,19%	0,030	0,022
0,341	61	0,071	0,085	0,075	0,070	0,083	0,089	0,079	0,00790991	10,08%	0,030	0,022
0,345	62	0,083	0,057	0,050	0,052	0,092	0,075	0,068	0,01761155	26,03%	0,030	0,022
0,343	63	0,045	0,050	0,040	0,044	0,079	0,075	0,056	0,01700294	30,54%	0,030	0,022
0,342	64	0,060	0,055	0,064	0,044	0,050	0,075	0,058	0,01093618	19,02%	0,030	0,022
0,344	65	0,044	0,052	0,052	0,078	0,046	0,062	0,056	0,01261216	22,52%	0,030	0,022
0,343	66	0,047	0,044	0,105	0,073	0,093	0,073	0,072	0,02424665	33,67%	0,030	0,022
0,344	67	0,076	0,067	0,104	0,079	0,095	0,095	0,086	0,01411382	16,38%	0,030	0,022
0,344	68	0,097	0,082	0,093	0,091	0,108	0,102	0,096	0,00904986	9,44%	0,030	0,022
0,346	69	0,094	0,092	0,105	0,099	0,109	0,096	0,099	0,00661564	6,66%	0,030	0,022
0,347	70	0,101	0,110	0,098	0,098	0,106	0,100	0,102	0,00483391	4,73%	0,030	0,022
0,347	71	0,045	0,056	0,044	0,046	0,061	0,063	0,052	0,00854985	16,44%	0,030	0,022
0,340	72	0,065	0,065	0,057	0,060	0,074	0,081	0,067	0,0089666	13,38%	0,030	0,022
0,343	73	0,059	0,060	0,056	0,065	0,073	0,078	0,065	0,00865833	13,25%	0,030	0,022
0,344	74	0,049	0,058	0,056	0,055	0,071	0,079	0,061	0,01129011	18,51%	0,030	0,022
0,345	75	0,039	0,059	0,068	0,070	0,058	0,079	0,062	0,01373196	22,21%	0,030	0,022
0,345	76	0,065	0,068	0,068	0,068	0,061	0,090	0,070	0,01017841	14,62%	0,030	0,022
0,348	77	0,070	0,057	0,063	0,060	0,064	0,086	0,067	0,01042433	15,60%	0,030	0,022
0,348	78	0,048	0,057	0,053	0,050	0,065	0,084	0,060	0,01342758	22,50%	0,030	0,022
0,346	79	0,058	0,045	0,070	0,062	0,072	0,082	0,065	0,01281275	19,63%	0,030	0,022
0,343	80	0,058	0,055	0,069	0,061	0,066	0,087	0,066	0,01149442	17,37%	0,030	0,022
0,344	81	0,058	0,056	0,071	0,051	0,073	0,084	0,066	0,01253395	19,14%	0,030	0,022
0,345	82	0,044	0,053	0,065	0,059	0,072	0,082	0,062	0,01361861	21,91%	0,030	0,022
0,348	83	0,057	0,049	0,066	0,062	0,061	0,077	0,062	0,00933809	14,96%	0,030	0,022
0,349	84	0,056	0,044	0,065	0,050	0,048	0,078	0,057	0,01268726	22,19%	0,030	0,022
0,351	85	0,053	0,060	0,068	0,037	0,073	0,077	0,062	0,01476031	24,00%	0,030	0,022
0,349	86	0,058	0,054	0,042	0,069	0,048	0,079	0,058	0,0136626	23,42%	0,030	0,022
0,342	87	0,077	0,071	0,065	0,070	0,068	0,083	0,073	0,00656252	9,01%	0,030	0,022
0,343	88	0,077	0,067	0,087	0,076	0,057	0,081	0,074	0,01066615	14,45%	0,030	0,022
0,343	89	0,074	0,073	0,								

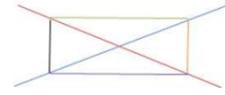
FECHA DE FABRICACIÓN 05/05/2017
 MEDIDO 08/05/2017

Experimento 2 línea 4 8T M
 Semana 2 de producción



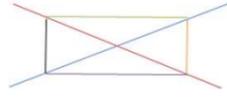
Plantilla	1	3	5	7	9	11	media	desviación	CV%	Warning lir	Critical limit	
0,336	1	0,113	0,112	0,112	0,107	0,107	0,111	0,110	0,00265832	2,42%	0,030	0,022
0,338	2	0,114	0,100	0,109	0,095	0,111	0,094	0,104	0,00861201	8,31%	0,030	0,022
0,332	3	0,102	0,098	0,106	0,099	0,109	0,095	0,102	0,00524404	5,16%	0,030	0,022
0,336	4	0,091	0,079	0,096	0,080	0,103	0,092	0,090	0,0092826	10,34%	0,030	0,022
0,339	5	0,066	0,062	0,088	0,069	0,094	0,098	0,080	0,01564289	19,63%	0,030	0,022
0,340	6	0,055	0,057	0,082	0,067	0,076	0,059	0,066	0,01102724	16,84%	0,030	0,022
0,334	7	0,064	0,049	0,062	0,058	0,055	0,044	0,056	0,00768548	13,85%	0,030	0,022
0,339	8	0,066	0,066	0,066	0,054	0,047	0,027	0,054	0,01555206	28,80%	0,030	0,022
0,338	9	0,078	0,067	0,076	0,080	0,061	0,044	0,068	0,0136626	20,19%	0,030	0,022
0,337	10	0,109	0,087	0,080	0,081	0,079	0,064	0,083	0,01467975	17,61%	0,030	0,022
0,338	11	0,090	0,090	0,081	0,073	0,046	0,072	0,075	0,01636663	21,73%	0,030	0,022
0,335	12	0,086	0,100	0,098	0,090	0,088	0,087	0,091	0,00599166	6,57%	0,030	0,022
0,335	13	0,115	0,082	0,095	0,095	0,093	0,096	0,096	0,01065833	11,16%	0,030	0,022
0,335	14	0,092	0,091	0,098	0,096	0,102	0,096	0,096	0,00402078	4,21%	0,030	0,022
0,337	15	0,101	0,096	0,089	0,091	0,094	0,096	0,095	0,00423084	4,47%	0,030	0,022
0,335	16	0,111	0,104	0,088	0,087	0,105	0,101	0,099	0,00972968	9,83%	0,030	0,022
0,339	17	0,106	0,108	0,095	0,095	0,103	0,104	0,101	0,00556477	5,49%	0,030	0,022
0,340	18	0,105	0,101	0,097	0,099	0,101	0,098	0,101	0,00285774	2,84%	0,030	0,022
0,339	19	0,107	0,103	0,101	0,093	0,099	0,102	0,101	0,00466548	4,63%	0,030	0,022
0,340	20	0,115	0,115	0,100	0,092	0,103	0,097	0,103	0,00950088	9,21%	0,030	0,022
0,337	21	0,113	0,103	0,102	0,102	0,075	0,105	0,100	0,01293058	13,00%	0,030	0,022
0,335	22	0,103	0,095	0,110	0,109	0,086	0,103	0,101	0,00909945	9,04%	0,030	0,022
0,336	23	0,102	0,095	0,110	0,104	0,091	0,102	0,101	0,00629285	6,26%	0,030	0,022
0,336	24	0,102	0,093	0,096	0,098	0,095	0,096	0,096	0,00307679	3,19%	0,030	0,022
0,336	25	0,112	0,112	0,085	0,091	0,099	0,089	0,098	0,01176435	12,00%	0,030	0,022
0,335	26	0,081	0,058	0,098	0,078	0,051	0,085	0,075	0,01754328	23,34%	0,030	0,022
0,338	27	0,061	0,055	0,076	0,057	0,078	0,071	0,067	0,00995322	14,89%	0,030	0,022
0,337	28	0,047	0,046	0,068	0,064	0,062	0,067	0,059	0,00991968	16,77%	0,030	0,022
0,340	29	0,051	0,043	0,073	0,054	0,047	0,059	0,054	0,01061603	19,54%	0,030	0,022
0,340	30	0,069	0,064	0,052	0,056	0,055	0,055	0,059	0,00643946	10,98%	0,030	0,022
0,344	31	0,066	0,069	0,082	0,060	0,089	0,066	0,072	0,01108152	15,39%	0,030	0,022
0,348	32	0,094	0,081	0,083	0,089	0,072	0,069	0,082	0,00960555	11,76%	0,030	0,022
0,345	33	0,111	0,111	0,095	0,104	0,099	0,084	0,101	0,01036661	10,30%	0,030	0,022
0,348	34	0,106	0,107	0,097	0,106	0,096	0,103	0,103	0,00484768	4,72%	0,030	0,022
0,351	35	0,106	0,107	0,100	0,103	0,099	0,099	0,102	0,00355903	3,48%	0,030	0,022
0,337	36	0,118	0,112	0,114	0,112	0,115	0,115	0,114	0,00225093	1,97%	0,030	0,022
0,336	37	0,119	0,114	0,113	0,115	0,109	0,118	0,115	0,00361478	3,15%	0,030	0,022
0,336	38	0,122	0,113	0,118	0,116	0,103	0,103	0,113	0,00791833	7,04%	0,030	0,022
0,339	39	0,096	0,099	0,102	0,093	0,098	0,094	0,097	0,00334664	3,46%	0,030	0,022
0,337	40	0,085	0,103	0,092	0,078	0,082	0,068	0,085	0,01199444	14,14%	0,030	0,022
0,338	41	0,046	0,076	0,064	0,056	0,070	0,065	0,063	0,01059088	16,81%	0,030	0,022
0,338	42	0,050	0,075	0,064	0,038	0,061	0,057	0,057	0,01262933	22,09%	0,030	0,022
0,334	43	0,057	0,111	0,062	0,040	0,045	0,068	0,064	0,02535679	39,93%	0,030	0,022
0,338	44	0,069	0,087	0,066	0,045	0,094	0,073	0,073	0,01722401	23,70%	0,030	0,022
0,337	45	0,096	0,077	0,057	0,051	0,074	0,081	0,072	0,01642762	22,71%	0,030	0,022
0,337	46	0,101	0,110	0,066	0,074	0,086	0,085	0,087	0,01637071	18,85%	0,030	0,022
0,341	47	0,103	0,094	0,093	0,068	0,079	0,092	0,088	0,01251266	14,19%	0,030	0,022
0,341	48	0,120	0,081	0,091	0,102	0,082	0,109	0,097	0,01557883	16,03%	0,030	0,022
0,339	49	0,104	0,062	0,101	0,110	0,065	0,093	0,089	0,0206438	23,15%	0,030	0,022
0,339	50	0,107	0,101	0,099	0,098	0,105	0,109	0,103	0,00449073	4,36%	0,030	0,022
0,340	51	0,104	0,107	0,103	0,090	0,091	0,101	0,099	0,00711805	7,19%	0,030	0,022
0,341	52	0,105	0,105	0,094	0,090	0,106	0,101	0,101	0,00667583	6,64%	0,030	0,022
0,343	53	0,104	0,094	0,094	0,096	0,100	0,101	0,098	0,00411906	4,22%	0,030	0,022
0,343	54	0,102	0,106	0,090	0,098	0,095	0,108	0,100	0,00682398	6,84%	0,030	0,022
0,342	55	0,113	0,091	0,084	0,081	0,096	0,106	0,095	0,01248065	13,16%	0,030	0,022
0,337	56	0,107	0,065	0,093	0,085	0,100	0,113	0,093	0,01725592	18,49%	0,030	0,022
0,337	57	0,098	0,082	0,091	0,091	0,093	0,105	0,093	0,00771146	8,28%	0,030	0,022
0,338	58	0,093	0,078	0,092	0,091	0,087	0,105	0,091	0,00878635	9,66%	0,030	0,022
0,339	59	0,123	0,082	0,097	0,085	0,097	0,104	0,098	0,01475127	14,99%	0,030	0,022
0,339	60	0,085	0,064	0,089	0,084	0,092	0,076	0,081	0,01021111	12,53%	0,030	0,022
0,341	61	0,109	0,062	0,079	0,087	0,075	0,064	0,079	0,01728198	21,88%	0,030	0,022
0,345	62	0,057	0,088	0,063	0,081	0,063	0,045	0,066	0,01573213	23,84%	0,030	0,022
0,343	63	0,066	0,038	0,045	0,067	0,040	0,041	0,050	0,01336787	26,92%	0,030	0,022
0,342	64	0,066	0,026	0,054	0,052	0,045	0,050	0,048	0,01318206	27,27%	0,030	0,022
0,344	65	0,049	0,054	0,041	0,049	0,060	0,068	0,054	0,00948156	17,61%	0,030	0,022
0,343	66	0,070	0,060	0,053	0,048	0,065	0,091	0,064	0,01521512	23,77%	0,030	0,022
0,344	67	0,089	0,084	0,095	0,078	0,091	0,095	0,089	0,00665332	7,49%	0,030	0,022
0,344	68	0,111	0,102	0,095	0,088	0,105	0,102	0,101	0,00801873	7,95%	0,030	0,022
0,346	69	0,105	0,109	0,101	0,095	0,100	0,097	0,101	0,00515429	5,09%	0,030	0,022
0,347	70	0,098	0,104	0,096	0,100	0,098	0,099	0,099	0,00271416	2,74%	0,030	0,022
0,347	71	0,079	0,078	0,064	0,086	0,043	0,024	0,062	0,02420468	39,15%	0,030	0,022
0,340	72	0,076	0,086	0,064	0,105	0,048	0,044	0,071	0,02328734	33,03%	0,030	0,022
0,343	73	0,074	0,092	0,067	0,069	0,044	0,064	0,069	0,01552632	22,67%	0,030	0,022
0,344	74	0,079	0,092	0,083	0,068	0,062	0,049	0,072	0,01558739	21,70%	0,030	0,022
0,345	75	0,079	0,101	0,084	0,069	0,090	0,062	0,081	0,01413388	17,56%	0,030	0,022
0,345	76	0,101	0,094	0,077	0,080	0,070	0,060	0,080	0,01513495	18,93%	0,030	0,022
0,348	77	0,126	0,080	0,075	0,085	0,070	0,089	0,088	0,02004744	22,87%	0,030	0,022
0,348	78	0,090	0,080	0,077	0,099	0,082	0,064	0,082	0,01188276	14,46%	0,030	0,022
0,346	79	0,084	0,073	0,075	0,087	0,066	0,081	0,078	0,00778888	9,97%	0,030	0,022
0,343	80	0,098	0,073	0,087	0,093	0,066	0,085	0,084	0,01209408	14,43%	0,030	0,022
0,344	81	0,083	0,059	0,085	0,093	0,054	0,059	0,072	0,01669032	23,13%	0,030	0,022
0,345	82	0,092	0,061	0,093	0,077	0,053	0,037	0,068	0,022418	32,81%	0,030	0,022
0,348	83	0,100	0,066	0,071	0,073	0,051	0,022	0,064	0,02593389	40,35%	0,030	0,022
0,349	84	0,060	0,091	0,060	0,068	0,048	0,026	0,059	0,02152595	36,38%	0,030	0,022
0,351	85	0,082	0,055	0,049	0,058	0,037	0,009	0,049	0,02427893	50,06%	0,030	0,022
0,349	86	0,053	0,040	0,049	0,060	0,038	0,043	0,047	0,00842417	17,86%	0,030	0,022
0,342	87	0,084	0,052	0,091	0,064	0,054	0,073	0,070	0,0158829	22,64%	0,030	0,022
0,343	88	0,102	0,067	0,086	0,063	0,056	0,084	0,076	0,01725881	22,71%	0,030	0,022
0,343	89	0,070	0,059	0,073	0,0							

Experimento 3 línea 6 BT W
Semana 3



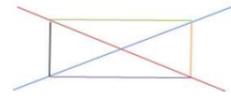
Plantilla	1	3	5	7	9	11	media	desviación	CV%	Warning lir	Critical limit	
0,316	1	0,105	0,116	0,127	0,111	0,108	0,125	0,116	0,00904802	7,82%	0,030	0,022
0,294	2	0,128	0,123	0,134	0,122	0,109	0,131	0,125	0,0088713	7,12%	0,030	0,022
0,314	3	0,094	0,081	0,108	0,081	0,063	0,069	0,082	0,01642762	19,95%	0,030	0,022
0,310	4	0,089	0,077	0,092	0,076	0,068	0,064	0,077	0,01111156	14,38%	0,030	0,022
0,311	5	0,069	0,060	0,070	0,075	0,054	0,059	0,064	0,00801873	12,51%	0,030	0,022
0,313	6	0,046	0,074	0,055	0,054	0,052	0,047	0,055	0,01015218	18,57%	0,030	0,022
0,313	7	0,071	0,064	0,065	0,061	0,048	0,046	0,058	0,00964883	16,64%	0,030	0,022
0,311	8	0,063	0,073	0,050	0,063	0,056	0,060	0,061	0,00773089	12,74%	0,030	0,022
0,316	9	0,062	0,060	0,052	0,066	0,065	0,064	0,061	0,00512835	8,41%	0,030	0,022
0,316	10	0,074	0,063	0,059	0,083	0,062	0,067	0,068	0,00898888	13,22%	0,030	0,022
0,319	11	0,074	0,062	0,072	0,084	0,069	0,072	0,073	0,00716705	9,89%	0,030	0,022
0,318	12	0,088	0,081	0,076	0,085	0,079	0,076	0,081	0,00487511	6,03%	0,030	0,022
0,318	13	0,086	0,086	0,093	0,086	0,085	0,077	0,086	0,0050892	5,93%	0,030	0,022
0,313	14	0,099	0,095	0,100	0,092	0,096	0,093	0,096	0,00318852	3,33%	0,030	0,022
0,318	15	0,095	0,111	0,089	0,092	0,093	0,099	0,097	0,00784219	8,10%	0,030	0,022
0,313	16	0,103	0,114	0,094	0,098	0,094	0,107	0,102	0,00791623	7,77%	0,030	0,022
0,309	17	0,111	0,119	0,106	0,107	0,106	0,115	0,111	0,00539135	4,88%	0,030	0,022
0,309	18	0,111	0,116	0,105	0,105	0,109	0,117	0,111	0,00520577	4,73%	0,030	0,022
0,311	19	0,130	0,117	0,105	0,102	0,108	0,108	0,111	0,01028915	9,26%	0,030	0,022
0,311	20	0,114	0,110	0,100	0,100	0,097	0,107	0,104	0,00668331	6,42%	0,030	0,022
0,312	21	0,113	0,104	0,101	0,095	0,088	0,101	0,101	0,0084301	8,37%	0,030	0,022
0,310	22	0,113	0,101	0,104	0,095	0,091	0,101	0,101	0,00760044	7,55%	0,030	0,022
0,310	23	0,115	0,103	0,109	0,093	0,091	0,100	0,101	0,00921774	9,10%	0,030	0,022
0,308	24	0,113	0,103	0,106	0,090	0,089	0,100	0,100	0,00932559	9,36%	0,030	0,022
0,308	25	0,096	0,101	0,103	0,090	0,083	0,100	0,095	0,00766159	8,05%	0,030	0,022
0,311	26	0,085	0,081	0,073	0,084	0,082	0,092	0,083	0,00617792	7,47%	0,030	0,022
0,313	27	0,066	0,072	0,079	0,054	0,050	0,070	0,065	0,01110705	17,13%	0,030	0,022
0,309	28	0,067	0,060	0,077	0,048	0,052	0,058	0,060	0,01048173	17,47%	0,030	0,022
0,313	29	0,061	0,056	0,040	0,045	0,039	0,048	0,048	0,00879583	18,26%	0,030	0,022
0,312	30	0,054	0,070	0,059	0,061	0,061	0,049	0,059	0,00712741	12,11%	0,030	0,022
0,322	31	0,075	0,043	0,045	0,071	0,058	0,041	0,056	0,01485598	26,77%	0,030	0,022
0,320	32	0,089	0,053	0,077	0,083	0,093	0,052	0,074	0,01788575	24,17%	0,030	0,022
0,316	33	0,108	0,068	0,084	0,101	0,105	0,074	0,090	0,01700588	19,00%	0,030	0,022
0,319	34	0,110	0,076	0,097	0,106	0,100	0,089	0,096	0,01233964	12,81%	0,030	0,022
0,318	35	0,114	0,084	0,122	0,114	0,107	0,103	0,107	0,01317067	12,31%	0,030	0,022
0,320	36	0,105	0,083	0,115	0,117	0,119	0,101	0,107	0,01358921	12,70%	0,030	0,022
0,318	37	0,110	0,104	0,102	0,110	0,118	0,102	0,107	0,00625033	5,83%	0,030	0,022
0,314	38	0,111	0,109	0,119	0,110	0,112	0,114	0,112	0,00361939	3,23%	0,030	0,022
0,322	39	0,099	0,100	0,100	0,067	0,084	0,085	0,090	0,01316688	14,69%	0,030	0,022
0,318	40	0,087	0,077	0,099	0,052	0,075	0,062	0,075	0,01686021	22,53%	0,030	0,022
0,322	41	0,048	0,051	0,061	0,046	0,053	0,045	0,051	0,00588784	11,66%	0,030	0,022
0,326	42	0,049	0,038	0,043	0,035	0,038	0,039	0,040	0,00496655	12,31%	0,030	0,022
0,326	43	0,050	0,060	0,036	0,034	0,034	0,050	0,044	0,01088118	25,01%	0,030	0,022
0,328	44	0,032	0,037	0,046	0,049	0,035	0,044	0,041	0,00677495	16,66%	0,030	0,022
0,328	45	0,049	0,040	0,073	0,058	0,071	0,057	0,058	0,01264911	21,87%	0,030	0,022
0,330	46	0,059	0,050	0,064	0,055	0,087	0,055	0,062	0,01326147	21,37%	0,030	0,022
0,330	47	0,071	0,065	0,080	0,065	0,081	0,067	0,072	0,00731437	10,23%	0,030	0,022
0,334	48	0,071	0,071	0,087	0,076	0,070	0,066	0,073	0,00734166	10,03%	0,030	0,022
0,329	49	0,081	0,069	0,092	0,083	0,076	0,075	0,079	0,00791623	10,02%	0,030	0,022
0,327	50	0,085	0,076	0,084	0,087	0,080	0,078	0,082	0,00432049	5,29%	0,030	0,022
0,324	51	0,083	0,088	0,078	0,092	0,083	0,083	0,085	0,00484768	5,71%	0,030	0,022
0,322	52	0,088	0,095	0,083	0,104	0,086	0,091	0,091	0,00752108	8,30%	0,030	0,022
0,316	53	0,094	0,101	0,092	0,106	0,092	0,094	0,097	0,00523132	5,41%	0,030	0,022
0,318	54	0,096	0,096	0,091	0,094	0,091	0,090	0,093	0,00268328	2,89%	0,030	0,022
0,316	55	0,098	0,099	0,099	0,098	0,091	0,093	0,097	0,0034448	3,57%	0,030	0,022
0,322	56	0,089	0,093	0,096	0,091	0,077	0,083	0,088	0,00699762	7,95%	0,030	0,022
0,317	57	0,093	0,103	0,104	0,107	0,081	0,088	0,096	0,01031504	10,74%	0,030	0,022
0,324	58	0,084	0,090	0,088	0,102	0,070	0,074	0,085	0,01157008	13,64%	0,030	0,022
0,324	59	0,078	0,086	0,088	0,099	0,071	0,071	0,082	0,0109438	13,29%	0,030	0,022
0,326	60	0,071	0,072	0,091	0,098	0,076	0,063	0,079	0,0132778	16,87%	0,030	0,022
0,315	61	0,085	0,070	0,098	0,096	0,083	0,063	0,083	0,01389604	16,81%	0,030	0,022
0,317	62	0,057	0,051	0,084	0,070	0,078	0,049	0,065	0,01412327	21,78%	0,030	0,022
0,320	63	0,040	0,050	0,067	0,054	0,039	0,048	0,049	0,01028915	20,86%	0,030	0,022
0,329	64	0,036	0,045	0,049	0,058	0,030	0,035	0,042	0,01041953	24,81%	0,030	0,022
0,327	65	0,031	0,047	0,038	0,047	0,061	0,034	0,043	0,01100909	25,70%	0,030	0,022
0,325	66	0,062	0,069	0,049	0,068	0,048	0,057	0,059	0,0091086	15,48%	0,030	0,022
0,332	67	0,053	0,068	0,031	0,088	0,071	0,053	0,061	0,01952093	32,27%	0,030	0,022
0,334	68	0,072	0,079	0,047	0,092	0,070	0,062	0,071	0,0152403	21,57%	0,030	0,022
0,330	69	0,088	0,083	0,111	0,096	0,093	0,076	0,091	0,01205681	13,29%	0,030	0,022
0,322	70	0,109	0,092	0,086	0,096	0,095	0,109	0,098	0,00932559	9,56%	0,030	0,022
0,323	71	0,052	0,096	0,051	0,054	0,059	0,060	0,062	0,01705286	27,50%	0,030	0,022
0,315	72	0,067	0,064	0,068	0,072	0,063	0,063	0,066	0,00354495	5,37%	0,030	0,022
0,321	73	0,084	0,058	0,066	0,072	0,062	0,065	0,067	0,00917424	13,63%	0,030	0,022
0,319	74	0,075	0,062	0,077	0,073	0,063	0,070	0,070	0,00626099	8,90%	0,030	0,022
0,317	75	0,092	0,065	0,071	0,080	0,064	0,070	0,073	0,01063328	14,50%	0,030	0,022
0,318	76	0,090	0,066	0,075	0,080	0,071	0,069	0,075	0,00875024	11,62%	0,030	0,022
0,316	77	0,083	0,074	0,080	0,084	0,087	0,065	0,079	0,00808497	10,26%	0,030	0,022
0,316	78	0,084	0,075	0,082	0,082	0,084	0,069	0,079	0,0060553	7,66%	0,030	0,022
0,313	79	0,085	0,078	0,079	0,085	0,074	0,095	0,083	0,00739369	8,93%	0,030	0,022
0,322	80	0,070	0,069	0,072	0,086	0,061	0,060	0,069	0,00939503	13,58%	0,030	0,022
0,317	81	0,077	0,063	0,068	0,084	0,080	0,056	0,072	0,01080123	15,11%	0,030	0,022
0,312	82	0,080	0,079	0,067	0,075	0,069	0,068	0,073	0,00576194	7,88%	0,030	0,022
0,318	83	0,074	0,066	0,060	0,079	0,064	0,052	0,066	0,00968332	14,67%	0,030	0,022
0,322	84	0,053	0,064	0,060	0,065	0,042	0,050	0,056	0,00895917	16,00%	0,030	0,022
0,318	85	0,044	0,058	0,055	0,068	0,044	0,043	0,052	0,0100995	19,42%	0,030	0,022
0,302	86	0,065	0,071	0,055	0,074	0,066	0,079	0,068	0,00833467	12,29%	0,030	0,022
0,300	87	0,076	0,070	0,083	0,084	0,089	0,078	0,080	0,00668743	8,40%	0,030	0,022
0,300	88	0,080	0,081	0,100	0,081	0,080	0,080	0,083	0,00801665	9,62%	0,030	0,022
0,301	89	0,080	0,089	0,097	0,079							

Experimento 4 línea 6 8T M
Semana 7



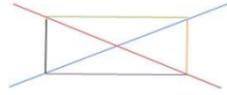
Plantilla	19:56		19:56		19:56		20:54		20:54		22:03		media	desviación	CV%	Warning lir	Critical limit
	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11					
0,316	1	0,120	0,097	0,104	0,112	0,114	0,114	0,111	0,00825631	7,47%	0,030	0,022					
0,294	2	0,122	0,132	0,128	0,125	0,138	0,131	0,130	0,00564506	4,36%	0,030	0,022					
0,314	3	0,098	0,081	0,084	0,099	0,099	0,093	0,092	0,00799166	8,69%	0,030	0,022					
0,310	4	0,089	0,070	0,081	0,071	0,098	0,082	0,081	0,01068488	13,12%	0,030	0,022					
0,311	5	0,066	0,063	0,063	0,072	0,073	0,082	0,069	0,0073598	10,60%	0,030	0,022					
0,313	6	0,060	0,060	0,075	0,056	0,065	0,058	0,062	0,00688961	11,05%	0,030	0,022					
0,313	7	0,067	0,057	0,062	0,062	0,051	0,041	0,056	0,00939503	16,73%	0,030	0,022					
0,311	8	0,064	0,052	0,065	0,064	0,059	0,067	0,062	0,00549242	8,91%	0,030	0,022					
0,316	9	0,068	0,056	0,071	0,056	0,054	0,078	0,063	0,0098877	15,61%	0,030	0,022					
0,316	10	0,077	0,075	0,079	0,061	0,066	0,095	0,075	0,01162935	15,42%	0,030	0,022					
0,319	11	0,080	0,076	0,077	0,068	0,061	0,107	0,079	0,01574061	20,05%	0,030	0,022					
0,318	12	0,086	0,080	0,088	0,079	0,077	0,104	0,086	0,00993311	11,60%	0,030	0,022					
0,318	13	0,099	0,092	0,096	0,089	0,085	0,104	0,095	0,00691134	7,31%	0,030	0,022					
0,313	14	0,107	0,103	0,106	0,106	0,094	0,107	0,104	0,00503653	4,86%	0,030	0,022					
0,318	15	0,100	0,097	0,098	0,103	0,097	0,102	0,100	0,00258844	2,59%	0,030	0,022					
0,313	16	0,106	0,102	0,100	0,117	0,108	0,109	0,107	0,006	5,60%	0,030	0,022					
0,309	17	0,116	0,107	0,106	0,126	0,123	0,114	0,115	0,00814043	7,07%	0,030	0,022					
0,309	18	0,117	0,107	0,106	0,117	0,120	0,114	0,113	0,00575326	5,08%	0,030	0,022					
0,311	19	0,115	0,107	0,111	0,121	0,113	0,111	0,113	0,00473286	4,21%	0,030	0,022					
0,311	20	0,109	0,107	0,110	0,118	0,120	0,108	0,112	0,00554977	4,98%	0,030	0,022					
0,312	21	0,108	0,101	0,115	0,104	0,123	0,106	0,110	0,00811788	7,39%	0,030	0,022					
0,310	22	0,113	0,098	0,118	0,106	0,133	0,115	0,114	0,0118223	10,40%	0,030	0,022					
0,310	23	0,111	0,097	0,105	0,112	0,112	0,109	0,109	0,00832867	7,62%	0,030	0,022					
0,308	24	0,101	0,101	0,094	0,115	0,121	0,118	0,108	0,01105743	10,25%	0,030	0,022					
0,308	25	0,105	0,081	0,079	0,108	0,120	0,112	0,101	0,01691646	16,83%	0,030	0,022					
0,311	26	0,095	0,061	0,055	0,084	0,096	0,101	0,082	0,01949359	23,82%	0,030	0,022					
0,313	27	0,085	0,040	0,051	0,083	0,060	0,099	0,069	0,02278303	32,86%	0,030	0,022					
0,309	28	0,076	0,052	0,060	0,073	0,063	0,103	0,071	0,01788202	25,25%	0,030	0,022					
0,313	29	0,049	0,058	0,052	0,064	0,059	0,059	0,057	0,0054191	9,54%	0,030	0,022					
0,312	30	0,043	0,075	0,063	0,071	0,070	0,068	0,065	0,0114717	17,69%	0,030	0,022					
0,322	31	0,057	0,101	0,066	0,090	0,073	0,076	0,077	0,0160177	20,76%	0,030	0,022					
0,320	32	0,078	0,099	0,089	0,085	0,084	0,101	0,089	0,0090037	10,14%	0,030	0,022					
0,316	33	0,090	0,124	0,110	0,097	0,102	0,113	0,106	0,01218195	11,55%	0,030	0,022					
0,319	34	0,116	0,113	0,115	0,102	0,113	0,113	0,112	0,00505964	4,52%	0,030	0,022					
0,318	35	0,109	0,117	0,125	0,123	0,130	0,118	0,120	0,00731209	6,09%	0,030	0,022					
0,320	36	0,115	0,109	0,106	0,112	0,115	0,118	0,113	0,00441588	3,91%	0,030	0,022					
0,318	37	0,116	0,118	0,127	0,108	0,130	0,114	0,118	0,00825631	6,98%	0,030	0,022					
0,314	38	0,115	0,121	0,115	0,104	0,119	0,121	0,115	0,00640052	5,55%	0,030	0,022					
0,322	39	0,094	0,106	0,096	0,080	0,107	0,086	0,095	0,01070358	11,23%	0,030	0,022					
0,318	40	0,091	0,094	0,087	0,069	0,086	0,091	0,086	0,00898146	10,46%	0,030	0,022					
0,322	41	0,069	0,072	0,062	0,053	0,060	0,072	0,065	0,00763326	11,83%	0,030	0,022					
0,326	42	0,057	0,055	0,055	0,045	0,055	0,055	0,052	0,00547723	10,53%	0,030	0,022					
0,326	43	0,026	0,041	0,041	0,056	0,038	0,058	0,043	0,01196105	27,92%	0,030	0,022					
0,328	44	0,054	0,035	0,034	0,064	0,032	0,061	0,047	0,01463785	31,26%	0,030	0,022					
0,328	45	0,069	0,042	0,045	0,071	0,050	0,080	0,059	0,01580823	26,64%	0,030	0,022					
0,330	46	0,068	0,070	0,072	0,073	0,072	0,092	0,075	0,00875785	11,69%	0,030	0,022					
0,330	47	0,081	0,079	0,081	0,079	0,074	0,086	0,080	0,00389872	4,87%	0,030	0,022					
0,334	48	0,076	0,074	0,071	0,080	0,075	0,090	0,077	0,00671317	8,68%	0,030	0,022					
0,329	49	0,090	0,081	0,077	0,085	0,095	0,095	0,087	0,00744088	8,57%	0,030	0,022					
0,327	50	0,098	0,086	0,090	0,088	0,096	0,096	0,092	0,00496655	5,38%	0,030	0,022					
0,324	51	0,092	0,096	0,097	0,094	0,097	0,096	0,096	0,00207364	2,16%	0,030	0,022					
0,322	52	0,101	0,096	0,099	0,093	0,105	0,099	0,098	0,00411906	4,19%	0,030	0,022					
0,316	53	0,107	0,103	0,101	0,102	0,116	0,105	0,105	0,00550151	5,23%	0,030	0,022					
0,318	54	0,103	0,100	0,095	0,103	0,112	0,109	0,104	0,006121	5,91%	0,030	0,022					
0,316	55	0,099	0,102	0,098	0,105	0,121	0,109	0,106	0,00852447	8,05%	0,030	0,022					
0,322	56	0,093	0,093	0,093	0,098	0,117	0,101	0,099	0,00934701	9,44%	0,030	0,022					
0,317	57	0,095	0,098	0,097	0,101	0,116	0,104	0,102	0,00762671	7,49%	0,030	0,022					
0,324	58	0,088	0,088	0,091	0,102	0,094	0,084	0,091	0,00627429	6,87%	0,030	0,022					
0,324	59	0,076	0,094	0,087	0,097	0,089	0,084	0,088	0,00746771	8,49%	0,030	0,022					
0,326	60	0,065	0,091	0,082	0,054	0,055	0,085	0,072	0,01607483	22,27%	0,030	0,022					
0,315	61	0,074	0,079	0,079	0,058	0,060	0,084	0,073	0,01081974	14,92%	0,030	0,022					
0,317	62	0,060	0,061	0,063	0,057	0,047	0,064	0,059	0,00621825	10,51%	0,030	0,022					
0,320	63	0,056	0,053	0,050	0,055	0,051	0,048	0,052	0,0030605	5,90%	0,030	0,022					
0,329	64	0,031	0,046	0,049	0,059	0,040	0,031	0,043	0,01093008	25,72%	0,030	0,022					
0,327	65	0,042	0,044	0,074	0,038	0,052	0,039	0,048	0,01360025	28,33%	0,030	0,022					
0,325	66	0,070	0,061	0,066	0,047	0,086	0,075	0,068	0,01318711	19,54%	0,030	0,022					
0,332	67	0,065	0,053	0,082	0,084	0,083	0,070	0,073	0,01244856	17,13%	0,030	0,022					
0,334	68	0,077	0,084	0,089	0,087	0,093	0,089	0,087	0,00550454	6,34%	0,030	0,022					
0,330	69	0,079	0,086	0,104	0,091	0,095	0,098	0,092	0,00888632	9,69%	0,030	0,022					
0,322	70	0,118	0,119	0,111	0,111	0,110	0,108	0,113	0,00453505	4,03%	0,030	0,022					
0,323	71	0,062	0,056	0,064	0,048	0,063	0,044	0,056	0,00844788	15,04%	0,030	0,022					
0,315	72	0,071	0,071	0,077	0,056	0,066	0,057	0,066	0,00838252	12,67%	0,030	0,022					
0,321	73	0,067	0,071	0,076	0,062	0,060	0,056	0,065	0,00742069	11,45%	0,030	0,022					
0,319	74	0,070	0,077	0,078	0,069	0,069	0,059	0,071	0,00686294	9,72%	0,030	0,022					
0,317	75	0,075	0,082	0,081	0,066	0,067	0,071	0,073	0,00686052	9,36%	0,030	0,022					
0,318	76	0,075	0,083	0,078	0,063	0,077	0,063	0,073	0,00830462	11,32%	0,030	0,022					
0,316	77	0,078	0,														

Experimento 5 línea 3 12T W
Semana 4



plantilla	22:45		22:49		23:07		23:08		0:01		media	desviación	CV%	Warning lir	Critical limit
	1	3	5	7	9	11									
0,338	1	0,097	0,100	0,108	0,105	0,097	0,108	0,102	0,0051672	5,06%	0,030	0,022			
0,337	2	0,093	0,095	0,108	0,094	0,101	0,086	0,096	0,00752108	7,85%	0,030	0,022			
0,335	3	0,099	0,092	0,087	0,094	0,102	0,083	0,093	0,00713909	7,68%	0,030	0,022			
0,340	4	0,100	0,086	0,073	0,079	0,082	0,068	0,081	0,01116542	13,81%	0,030	0,022			
0,334	5	0,103	0,074	0,084	0,083	0,077	0,059	0,080	0,01442221	18,03%	0,030	0,022			
0,338	6	0,087	0,059	0,049	0,048	0,060	0,042	0,058	0,01600937	27,60%	0,030	0,022			
0,334	7	0,066	0,063	0,053	0,041	0,067	0,044	0,056	0,01137834	20,50%	0,030	0,022			
0,337	8	0,058	0,042	0,049	0,051	0,057	0,051	0,051	0,00581951	11,41%	0,030	0,022			
0,338	9	0,052	0,048	0,064	0,037	0,064	0,056	0,053	0,01031019	19,39%	0,030	0,022			
0,336	10	0,051	0,049	0,071	0,055	0,052	0,072	0,059	0,01038589	17,75%	0,030	0,022			
0,335	11	0,054	0,053	0,072	0,064	0,034	0,076	0,059	0,01528943	26,06%	0,030	0,022			
0,336	12	0,070	0,062	0,081	0,071	0,033	0,080	0,066	0,01770217	26,82%	0,030	0,022			
0,336	13	0,086	0,064	0,085	0,081	0,073	0,081	0,078	0,00838252	10,77%	0,030	0,022			
0,337	14	0,087	0,063	0,081	0,080	0,078	0,083	0,079	0,00826811	10,52%	0,030	0,022			
0,339	15	0,085	0,071	0,082	0,087	0,084	0,085	0,082	0,00578504	7,07%	0,030	0,022			
0,339	16	0,086	0,077	0,084	0,089	0,085	0,087	0,084	0,00413118	4,90%	0,030	0,022			
0,337	17	0,080	0,083	0,092	0,096	0,091	0,089	0,088	0,00595819	6,76%	0,030	0,022			
0,337	18	0,092	0,087	0,087	0,092	0,096	0,091	0,091	0,00343026	3,76%	0,030	0,022			
0,335	19	0,103	0,093	0,088	0,093	0,106	0,095	0,096	0,00680196	7,07%	0,030	0,022			
0,335	20	0,100	0,096	0,090	0,095	0,108	0,092	0,097	0,00646271	6,69%	0,030	0,022			
0,336	21	0,093	0,098	0,095	0,094	0,088	0,090	0,093	0,00357771	3,85%	0,030	0,022			
0,338	22	0,088	0,090	0,090	0,091	0,089	0,092	0,090	0,00141421	1,57%	0,030	0,022			
0,337	23	0,090	0,091	0,079	0,091	0,085	0,100	0,090	0,00700476	7,81%	0,030	0,022			
0,338	24	0,080	0,085	0,076	0,087	0,082	0,083	0,083	0,00386868	4,68%	0,030	0,022			
0,344	25	0,079	0,075	0,058	0,079	0,074	0,065	0,071	0,0084301	11,82%	0,030	0,022			
0,344	26	0,072	0,077	0,045	0,077	0,078	0,055	0,067	0,0139523	20,77%	0,030	0,022			
0,351	27	0,037	0,054	0,040	0,052	0,048	0,043	0,046	0,00677249	14,83%	0,030	0,022			
0,352	28	0,037	0,026	0,029	0,041	0,040	0,037	0,039	0,01270302	32,71%	0,030	0,022			
0,337	29	0,050	0,041	0,032	0,040	0,057	0,056	0,046	0,00993982	21,77%	0,030	0,022			
0,337	30	0,049	0,039	0,063	0,044	0,057	0,047	0,050	0,00877306	17,60%	0,030	0,022			
0,349	31	0,041	0,054	0,053	0,044	0,045	0,058	0,049	0,00673548	13,65%	0,030	0,022			
0,335	32	0,084	0,071	0,102	0,077	0,072	0,079	0,081	0,01140906	14,14%	0,030	0,022			
0,337	33	0,079	0,089	0,113	0,090	0,055	0,094	0,086	0,01910672	22,17%	0,030	0,022			
0,335	34	0,116	0,113	0,115	0,105	0,069	0,094	0,102	0,01815489	17,89%	0,030	0,022			
0,333	35	0,119	0,111	0,116	0,103	0,089	0,103	0,107	0,01092551	10,24%	0,030	0,022			
0,335	36	0,103	0,095	0,114	0,109	0,101	0,117	0,106	0,00833667	7,86%	0,030	0,022			
0,336	37	0,122	0,116	0,111	0,107	0,099	0,106	0,110	0,00781452	7,11%	0,030	0,022			
0,337	38	0,123	0,104	0,113	0,106	0,100	0,102	0,108	0,00860233	8,00%	0,030	0,022			
0,338	39	0,102	0,091	0,089	0,099	0,080	0,083	0,090	0,00864099	9,57%	0,030	0,022			
0,343	40	0,092	0,075	0,077	0,083	0,063	0,059	0,074	0,01230312	16,55%	0,030	0,022			
0,348	41	0,089	0,054	0,061	0,061	0,048	0,048	0,060	0,01527634	25,32%	0,030	0,022			
0,346	42	0,060	0,041	0,059	0,055	0,051	0,050	0,052	0,00700476	13,38%	0,030	0,022			
0,343	43	0,045	0,036	0,052	0,050	0,054	0,068	0,051	0,01059088	20,90%	0,030	0,022			
0,344	44	0,035	0,035	0,044	0,050	0,058	0,066	0,048	0,012506	25,96%	0,030	0,022			
0,341	45	0,048	0,041	0,058	0,067	0,067	0,069	0,058	0,01158735	19,98%	0,030	0,022			
0,341	46	0,064	0,051	0,063	0,077	0,072	0,075	0,067	0,00969536	14,43%	0,030	0,022			
0,341	47	0,074	0,056	0,076	0,083	0,082	0,105	0,079	0,01589549	20,16%	0,030	0,022			
0,341	48	0,075	0,075	0,078	0,081	0,080	0,081	0,078	0,00280476	3,60%	0,030	0,022			
0,341	49	0,086	0,080	0,086	0,073	0,078	0,082	0,081	0,00499667	6,21%	0,030	0,022			
0,340	50	0,087	0,089	0,086	0,074	0,086	0,094	0,086	0,00660303	7,65%	0,030	0,022			
0,343	51	0,086	0,081	0,085	0,076	0,085	0,087	0,083	0,00413118	4,98%	0,030	0,022			
0,344	52	0,091	0,086	0,087	0,073	0,092	0,081	0,085	0,00707107	8,34%	0,030	0,022			
0,345	53	0,090	0,079	0,076	0,082	0,094	0,085	0,084	0,00677249	8,03%	0,030	0,022			
0,344	54	0,079	0,078	0,081	0,082	0,091	0,087	0,083	0,00516543	6,21%	0,030	0,022			
0,344	55	0,079	0,079	0,079	0,081	0,084	0,095	0,082	0,00627429	7,62%	0,030	0,022			
0,342	56	0,084	0,078	0,078	0,092	0,081	0,106	0,086	0,01087658	12,65%	0,030	0,022			
0,341	57	0,082	0,079	0,080	0,092	0,082	0,103	0,086	0,00939503	10,92%	0,030	0,022			
0,344	58	0,079	0,071	0,080	0,091	0,082	0,093	0,083	0,00816497	9,88%	0,030	0,022			
0,342	59	0,076	0,075	0,083	0,096	0,077	0,096	0,084	0,00982683	11,68%	0,030	0,022			
0,343	60	0,061	0,064	0,081	0,080	0,081	0,090	0,076	0,01123239	14,71%	0,030	0,022			
0,337	61	0,058	0,058	0,069	0,066	0,063	0,088	0,067	0,01117139	16,67%	0,030	0,022			
0,336	62	0,058	0,034	0,055	0,067	0,069	0,053	0,056	0,0125637	22,45%	0,030	0,022			
0,335	63	0,057	0,048	0,053	0,071	0,051	0,050	0,055	0,00841427	15,25%	0,030	0,022			
0,333	64	0,043	0,037	0,044	0,038	0,032	0,032	0,037	0,00516398	13,83%	0,030	0,022			
0,336	65	0,040	0,032	0,049	0,045	0,040	0,041	0,041	0,00570672	13,77%	0,030	0,022			
0,337	66	0,065	0,056	0,076	0,053	0,072	0,051	0,063	0,01041953	16,67%	0,030	0,022			
0,336	67	0,083	0,065	0,092	0,062	0,064	0,075	0,073	0,01207891	16,51%	0,030	0,022			
0,338	68	0,100	0,082	0,094	0,089	0,083	0,094	0,091	0,00700476	7,73%	0,030	0,022			
0,343	69	0,105	0,097	0,090	0,093	0,100	0,109	0,099	0,00718331	7,29%	0,030	0,022			
0,340	70	0,100	0,099	0,109	0,098	0,104	0,102	0,102	0,00404969	3,97%	0,030	0,022			
0,331	71	0,067	0,048	0,059	0,062	0,040	0,046	0,053	0,01051982	19,79%	0,030	0,022			
0,334	72	0,075	0,053	0,076	0,057	0,041	0,047	0,058	0,01448332	24,76%	0,030	0,022			
0,334	73	0,088	0,076	0,078	0,070	0,041	0,056	0,068	0,01697547	24,96%	0,030	0,022			
0,333	74	0,089	0,080	0,099	0,074	0,055	0,070	0,077	0,01532862	19,82%	0,030	0,022			
0,335	75	0,091	0,076	0,097	0,071	0,065	0,073	0,079	0,01243248	15,84%	0,030	0,022			
0,334	76	0,069	0,077	0,102	0,081	0,069	0,080	0,080	0,0121271	15,25%	0,030	0,022			
0,331	77	0,088	0,069	0,111	0,083	0,081	0,082	0,086	0,01390923	16,24%	0,030	0,022			
0,334	78	0,078	0,079	0,114	0,082	0,077	0,076	0,085	0,01467878	17,37%	0,030	0,022			
0,332	79	0,073	0,083	0,103	0,088	0,079	0,075	0,083	0,01098636	13,22%	0,030	0,022			
0,333	80	0,068	0,092	0,109	0,088	0,075	0,083	0,086	0,01430268	16,60%	0,030	0,022			
0,334	81	0,080	0,090	0,086	0,064	0,070	0,080	0,079	0,00992807	12,62%	0,030	0,022			
0,333	82	0,085	0,090	0,058	0,058	0,069	0,071	0,072	0,01337784	18,58%	0,030	0,022			
0,332	83	0,072	0,083	0,064	0,063	0,049	0,077	0,068	0,01203329	17,74%	0,030	0,022			
0,333	84	0,062	0,076	0,050	0,066	0,039	0,049	0,057	0,01344619	23,73%	0,030	0,022			
0,334	85	0,067	0,055	0,057	0,068	0,062	0,062	0,062	0,00519294	8,44%	0,030	0,022			
0,335	86	0,056	0,040	0,062	0,052	0,077	0,060	0,058	0,01359412	23,44%	0,030	0,022			
0,336	87	0,062	0,064	0,068	0,066	0,064	0,040	0,060	0,00228035	3,78%	0,030	0,022			
0,337	88	0,076	0,067	0,066	0,070	0,088	0,056	0,071	0,00904434	12,83%					

Experimento 6 línea 6 L1 w
Semana 0



plantilla	22:39 23:09 0:47 1:23 2:49 3:13						media	desviación	CV%	Warning li	Critical limit	
	1	3	5	7	9	11						
0,338	1	0,115	0,102	0,111	0,106	0,098	0,105	0,106	0,00611283	5,78%	0,030	0,022
0,337	2	0,114	0,108	0,115	0,103	0,099	0,101	0,106	0,00677249	6,37%	0,030	0,022
0,335	3	0,105	0,103	0,111	0,096	0,087	0,094	0,100	0,00864099	8,68%	0,030	0,022
0,340	4	0,092	0,082	0,096	0,079	0,067	0,066	0,080	0,0124043	15,54%	0,030	0,022
0,334	5	0,102	0,061	0,084	0,061	0,050	0,063	0,070	0,01913548	27,27%	0,030	0,022
0,338	6	0,041	0,066	0,067	0,059	0,065	0,043	0,057	0,0118392	20,65%	0,030	0,022
0,334	7	0,054	0,055	0,061	0,039	0,050	0,041	0,050	0,00853229	17,12%	0,030	0,022
0,337	8	0,051	0,050	0,033	0,048	0,061	0,039	0,047	0,00981835	21,04%	0,030	0,022
0,338	9	0,052	0,052	0,036	0,048	0,063	0,040	0,048	0,00962808	19,99%	0,030	0,022
0,336	10	0,066	0,048	0,061	0,060	0,054	0,068	0,060	0,00747663	12,53%	0,030	0,022
0,335	11	0,091	0,073	0,067	0,074	0,073	0,073	0,075	0,00815884	10,88%	0,030	0,022
0,336	12	0,085	0,092	0,074	0,073	0,090	0,080	0,082	0,00801665	9,76%	0,030	0,022
0,336	13	0,089	0,099	0,076	0,086	0,096	0,087	0,088	0,00813429	9,21%	0,030	0,022
0,337	14	0,086	0,105	0,085	0,084	0,097	0,080	0,090	0,00948156	10,59%	0,030	0,022
0,339	15	0,091	0,107	0,087	0,091	0,101	0,088	0,094	0,00801041	8,55%	0,030	0,022
0,339	16	0,097	0,104	0,090	0,093	0,105	0,079	0,094	0,00968848	10,27%	0,030	0,022
0,337	17	0,103	0,111	0,097	0,090	0,100	0,096	0,099	0,00712039	7,18%	0,030	0,022
0,337	18	0,098	0,111	0,100	0,089	0,091	0,095	0,098	0,00786554	8,05%	0,030	0,022
0,335	19	0,099	0,109	0,105	0,108	0,093	0,092	0,101	0,00745654	7,39%	0,030	0,022
0,335	20	0,098	0,104	0,096	0,108	0,087	0,093	0,098	0,00755425	7,75%	0,030	0,022
0,336	21	0,094	0,100	0,095	0,100	0,083	0,087	0,093	0,00691134	7,43%	0,030	0,022
0,338	22	0,090	0,097	0,101	0,094	0,074	0,079	0,089	0,01057198	11,81%	0,030	0,022
0,337	23	0,085	0,096	0,090	0,089	0,071	0,085	0,086	0,00839047	9,72%	0,030	0,022
0,338	24	0,085	0,089	0,085	0,086	0,066	0,073	0,081	0,00904802	11,15%	0,030	0,022
0,344	25	0,075	0,077	0,082	0,069	0,053	0,062	0,069	0,01068956	15,42%	0,030	0,022
0,344	26	0,061	0,075	0,065	0,068	0,051	0,058	0,063	0,00831865	13,24%	0,030	0,022
0,351	27	0,053	0,060	0,050	0,048	0,037	0,048	0,049	0,00752773	15,26%	0,030	0,022
0,352	28	0,034	0,033	0,036	0,029	0,023	0,026	0,030	0,00503653	16,88%	0,030	0,022
0,337	29	0,048	0,059	0,044	0,038	0,063	0,035	0,047	0,01123239	23,65%	0,030	0,022
0,337	30	0,059	0,042	0,064	0,052	0,067	0,049	0,056	0,00952365	17,16%	0,030	0,022
0,349	31	0,084	0,057	0,048	0,059	0,072	0,086	0,068	0,01547471	22,81%	0,030	0,022
0,335	32	0,089	0,072	0,075	0,071	0,097	0,099	0,084	0,01275016	15,24%	0,030	0,022
0,337	33	0,106	0,091	0,092	0,088	0,101	0,097	0,095	0,00679461	7,13%	0,030	0,022
0,335	34	0,119	0,118	0,111	0,105	0,106	0,113	0,112	0,00586515	5,26%	0,030	0,022
0,333	35	0,115	0,112	0,115	0,106	0,112	0,108	0,111	0,0036697	3,30%	0,030	0,022
0,335	36	0,114	0,113	0,108	0,108	0,103	0,119	0,110	0,00563619	5,11%	0,030	0,022
0,336	37	0,120	0,120	0,119	0,109	0,109	0,120	0,116	0,00556477	4,81%	0,030	0,022
0,337	38	0,117	0,109	0,117	0,107	0,109	0,106	0,110	0,00491596	4,46%	0,030	0,022
0,338	39	0,102	0,094	0,112	0,104	0,093	0,115	0,103	0,00902589	8,76%	0,030	0,022
0,343	40	0,078	0,082	0,096	0,077	0,056	0,083	0,078	0,01307517	16,70%	0,030	0,022
0,348	41	0,050	0,050	0,078	0,039	0,041	0,063	0,054	0,01470714	27,40%	0,030	0,022
0,346	42	0,035	0,066	0,053	0,039	0,036	0,031	0,043	0,01342634	31,22%	0,030	0,022
0,343	43	0,060	0,066	0,044	0,041	0,038	0,034	0,047	0,01284394	27,33%	0,030	0,022
0,344	44	0,064	0,065	0,036	0,039	0,043	0,036	0,047	0,01367358	28,89%	0,030	0,022
0,341	45	0,077	0,079	0,041	0,056	0,067	0,056	0,062	0,01448678	23,24%	0,030	0,022
0,341	46	0,079	0,086	0,038	0,062	0,062	0,073	0,067	0,01691942	25,32%	0,030	0,022
0,341	47	0,089	0,083	0,067	0,064	0,070	0,075	0,074	0,00953764	12,83%	0,030	0,022
0,341	48	0,097	0,081	0,082	0,070	0,075	0,077	0,080	0,00924482	11,58%	0,030	0,022
0,341	49	0,104	0,083	0,091	0,080	0,082	0,081	0,087	0,0092826	10,73%	0,030	0,022
0,340	50	0,101	0,096	0,088	0,084	0,082	0,085	0,090	0,00752773	8,40%	0,030	0,022
0,343	51	0,101	0,088	0,084	0,079	0,086	0,087	0,087	0,00734166	8,43%	0,030	0,022
0,344	52	0,093	0,097	0,091	0,085	0,106	0,088	0,093	0,00744759	7,99%	0,030	0,022
0,345	53	0,091	0,087	0,104	0,085	0,102	0,080	0,092	0,00960729	10,50%	0,030	0,022
0,344	54	0,088	0,089	0,097	0,087	0,100	0,081	0,091	0,00697615	7,69%	0,030	0,022
0,344	55	0,088	0,090	0,099	0,093	0,099	0,069	0,089	0,01109354	12,44%	0,030	0,022
0,342	56	0,087	0,092	0,098	0,097	0,098	0,079	0,091	0,00762671	8,35%	0,030	0,022
0,341	57	0,088	0,090	0,093	0,091	0,087	0,086	0,089	0,00263944	2,97%	0,030	0,022
0,344	58	0,077	0,085	0,089	0,087	0,083	0,075	0,083	0,00557375	6,74%	0,030	0,022
0,342	59	0,066	0,086	0,091	0,084	0,086	0,070	0,081	0,01003494	12,41%	0,030	0,022
0,343	60	0,062	0,062	0,074	0,083	0,079	0,063	0,071	0,00939681	13,29%	0,030	0,022
0,337	61	0,067	0,053	0,077	0,083	0,078	0,070	0,071	0,01067083	14,96%	0,030	0,022
0,336	62	0,045	0,060	0,072	0,068	0,049	0,057	0,058	0,01048332	17,92%	0,030	0,022
0,335	63	0,051	0,037	0,055	0,052	0,055	0,046	0,050	0,00688961	13,92%	0,030	0,022
0,333	64	0,041	0,031	0,065	0,051	0,040	0,051	0,046	0,01179407	25,55%	0,030	0,022
0,336	65	0,055	0,036	0,074	0,038	0,040	0,066	0,052	0,01602186	30,95%	0,030	0,022
0,337	66	0,056	0,062	0,077	0,046	0,056	0,089	0,065	0,01580717	24,44%	0,030	0,022
0,336	67	0,069	0,077	0,066	0,052	0,082	0,089	0,072	0,01284705	17,77%	0,030	0,022
0,338	68	0,081	0,101	0,072	0,075	0,102	0,099	0,089	0,01385159	15,62%	0,030	0,022
0,343	69	0,102	0,107	0,090	0,092	0,097	0,107	0,099	0,0073598	7,46%	0,030	0,022
0,340	70	0,117	0,123	0,110	0,111	0,107	0,115	0,114	0,00574166	5,04%	0,030	0,022
0,331	71	0,056	0,058	0,052	0,046	0,059	0,046	0,052	0,00581091	11,10%	0,030	0,022
0,334	72	0,062	0,068	0,045	0,061	0,058	0,073	0,062	0,00957949	15,58%	0,030	0,022
0,334	73	0,068	0,070	0,061	0,061	0,074	0,091	0,071	0,01112505	15,74%	0,030	0,022
0,333	74	0,084	0,069	0,064	0,076	0,104	0,098	0,082	0,01594679	19,45%	0,030	0,022
0,335	75	0,081	0,073	0,065	0,066	0,073	0,075	0,072	0,00594699	8,28%	0,030	0,022
0,334	76	0,088	0,089	0,078	0,069	0,085	0,078	0,081	0,00762671	9,42%	0,030	0,022
0,331	77	0,089	0,099	0,081	0,081	0,077	0,092	0,087	0,00828855	9,58%	0,030	0,022
0,334	78	0,096	0,103	0,078	0,088	0,073	0,076	0,086	0,01204436	14,03%	0,030	0,022
0,332	79	0,089	0,084	0,077	0,068	0,074	0,082	0,079	0,00736342	9,36%	0,030	0,022
0,333	80	0,086	0,081	0,074	0,078	0,067	0,085	0,079	0,00717635	9,10%	0,030	0,022
0,334	81	0,082	0,081	0,075	0,062	0,059	0,067	0,071	0,00977753	13,67%	0,030	0,022
0,333	82	0,083	0,088	0,075	0,050	0,052	0,072	0,070	0,01578607	22,50%	0,030	0,022
0,332	83	0,082	0,088	0,075	0,058	0,043	0,089	0,072	0,01838206	25,41%	0,030	0,022
0,333	84	0,090	0,069	0,056	0,054	0,047	0,063	0,063	0,01517124	24,15%	0,030	0,022
0,334	85	0,070	0,051	0,048	0,049	0,058	0,053	0,055	0,00823205	15,10%	0,030	0,022
0,335	86	0,063	0,049	0,060	0,058	0,060	0,063	0,059	0,00533854	9,05%	0,030	0,022
0,336	87	0,078	0,056	0,068	0,068	0,053	0,067	0,065	0,01013903	15,68%	0,030	0,022
0,337	88	0,084	0,064	0,073	0,066	0,068	0,067	0,070	0,008	11,37%	0,030	0,

Anexo nº 2: Resultados tracción

Resultado comparativo de ensayo de tracción entre línea 4 (L4) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase esquina

Como en el caso anterior los resultados obtenidos para cada lote son heterogéneos con unos coeficientes de variación del 18 al 29% para W y M respectivamente. La media de la fuerza a tracción de proveedor W es de 6.227 gramos-fuerza frente a los 4.575 gramos-fuerza del proveedor M. La distancia de deformación de rotura también es bastante heterogénea existiendo valores cercanos al 100%.

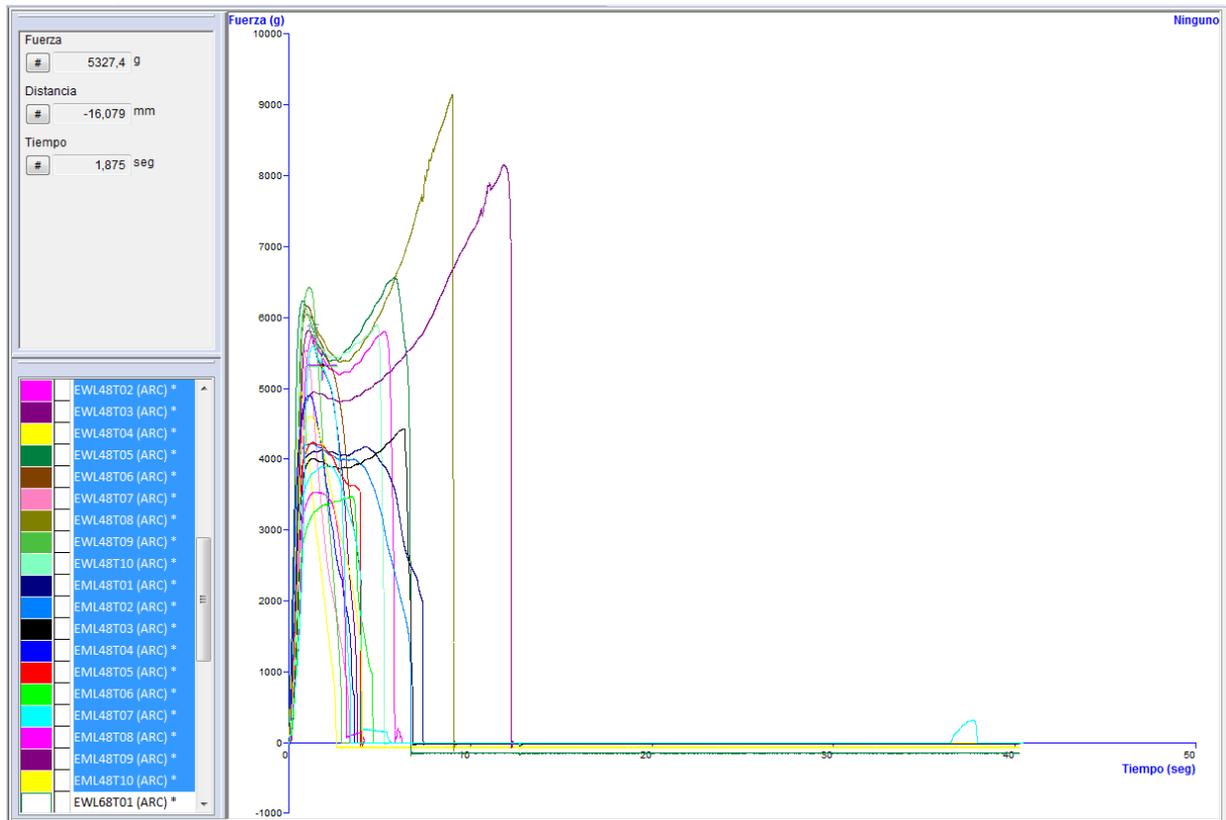


Figura n° 2: Representación gráfica del ensayo de tracción para la línea L4 con dos proveedores W y M posición esquina

Resultado comparativo de ensayo de tracción entre línea 6 (L6) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase esquina

Como en el caso anterior los resultados obtenidos para cada lote son heterogéneos con unos coeficientes de variación del 17 al 21% para W y M respectivamente. La media de la fuerza a tracción de proveedor W es de 6.895 gramos-fuerza frente a los 5.950 gramos-fuerza del proveedor M. La distancia de deformación de rotura también es bastante heterogénea existiendo valores cercanos al 100%. En general podemos ver que los valores de fuerza de rotura para la línea 6 son mayores que los obtenidos para la línea 4.

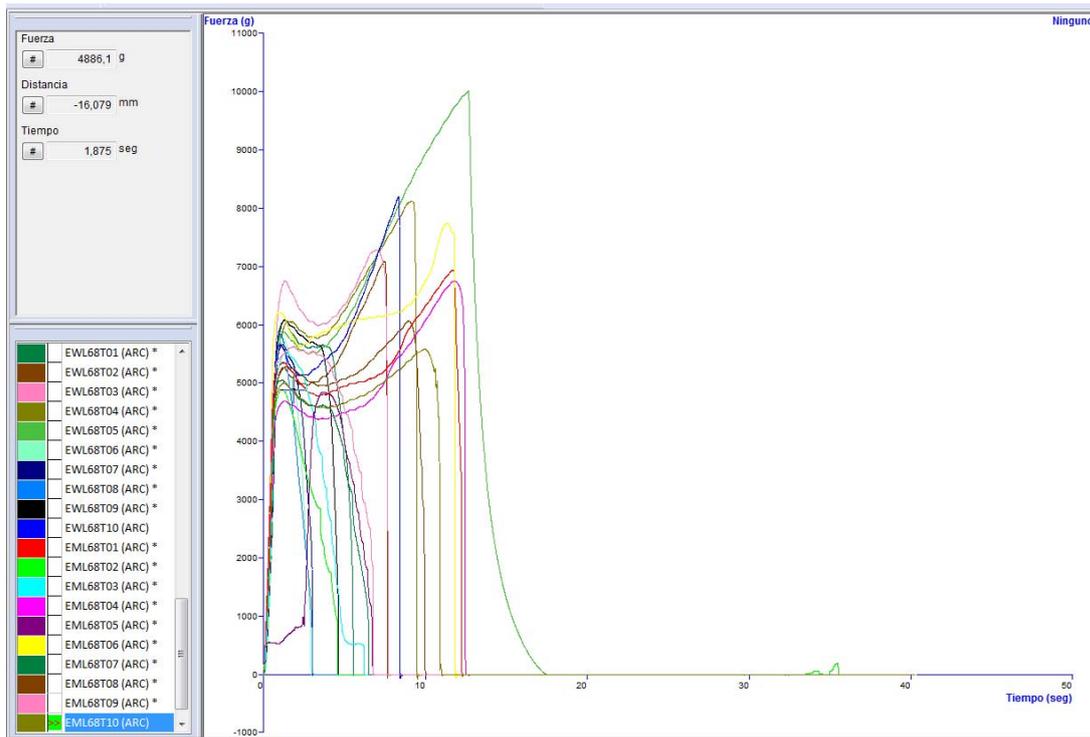


Figura nº 3: Representación gráfica del ensayo de tracción para la línea L6 con dos proveedores W y M para posición envase en esquina

Resultado comparativo de pruebas de tracción entre línea 3 (L3) y línea 6 (L6) de 12Tortillas (12T) para el proveedor W en la posición del envase esquina.

Como se puede ver en los gráficos los resultados obtenidos son heterogéneos ya que vemos que el coeficiente de variación de las 10 muestras de cada lote son de entorno al 21 y 31%. La fuerza de tracción de las dos líneas se encuentra entre 6000 a 6433 gramos-fuerza y la distancia de rotura es bastante variable encontrándose la media entre 34 a 20 mm y unos coeficientes de variación de los valores obtenidos de 82% al 100%.

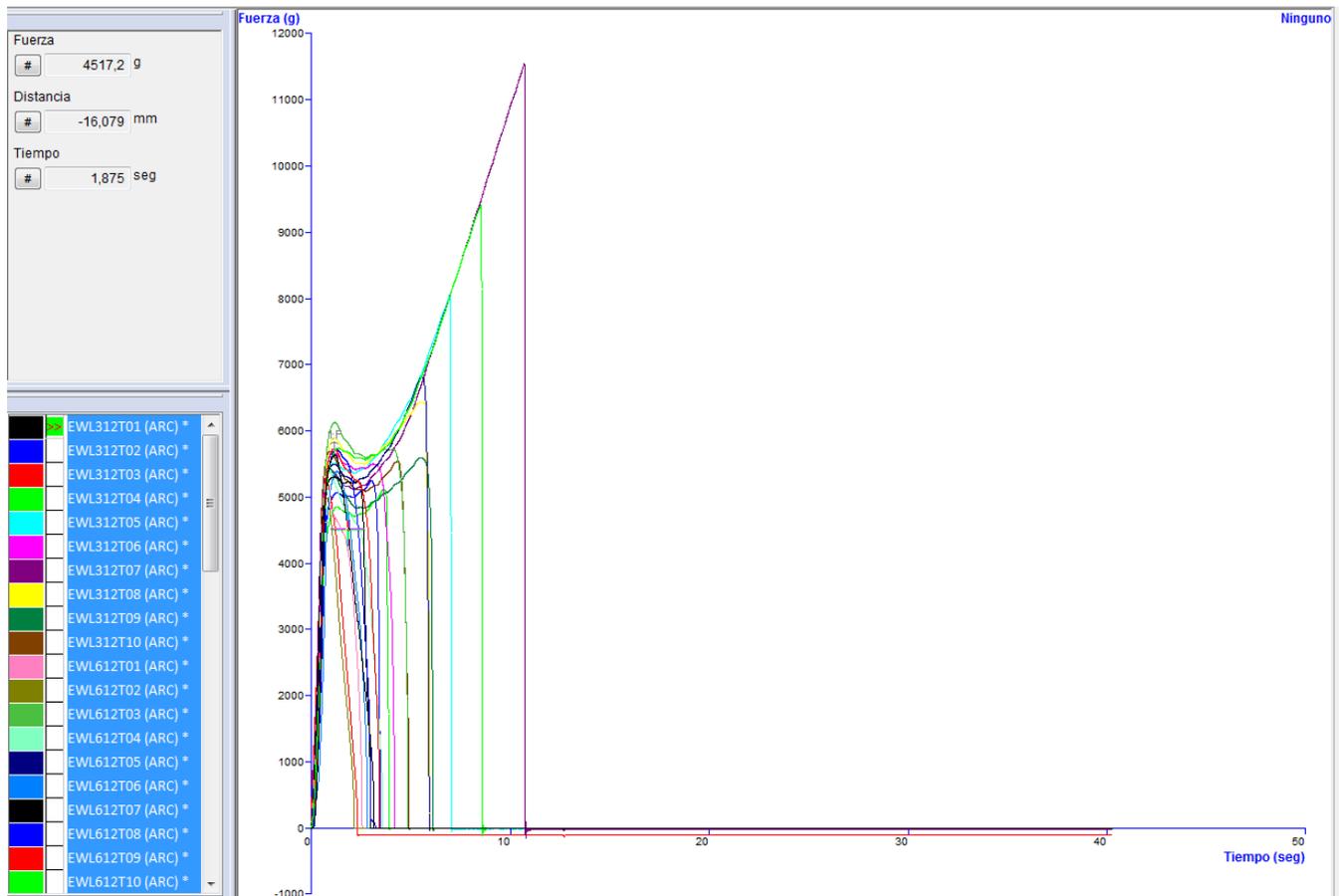


Figura nº 1: Representación gráfica del ensayo de tracción para las líneas L3 y L6 posición esquina

Resultado comparativo de ensayo de tracción para las líneas línea 6 (L6) línea L3 de 12 Tortillas (12T) para los proveedores M y W en la posición de lado lateral

Muy similar un poco más la media de L3 a L6 valores en torno a 13.181 a 13.710 gramos-fuerza respectivamente. Los coeficientes de variación de los resultados obtenidos son de 16% al 21%.

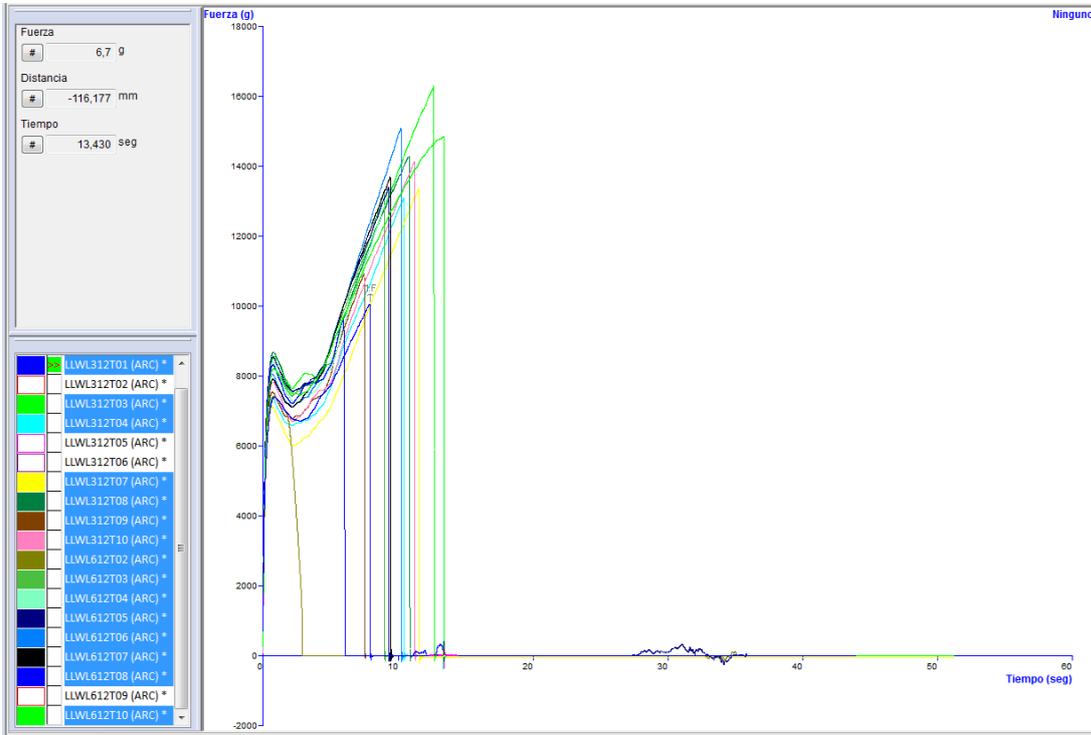


Figura n° 4: Representación gráfica del ensayo de tracción para las líneas L3 y L6 con el proveedor W para la posición lado lateral

Resultado comparativo del ensayo de tracción entre línea 4 (L4) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase lado lateral.

Se puede ver claramente en el gráfico como las muestras M soportan menos energía de tracción que W con una media de las 10 muestras medidas de 14.327 gramos-fuerza de W y 7.836 gramos-fuerza de M. El coeficiente de variación de las mediciones de energía de tracción de M de 21% duplica el de W con 9%.

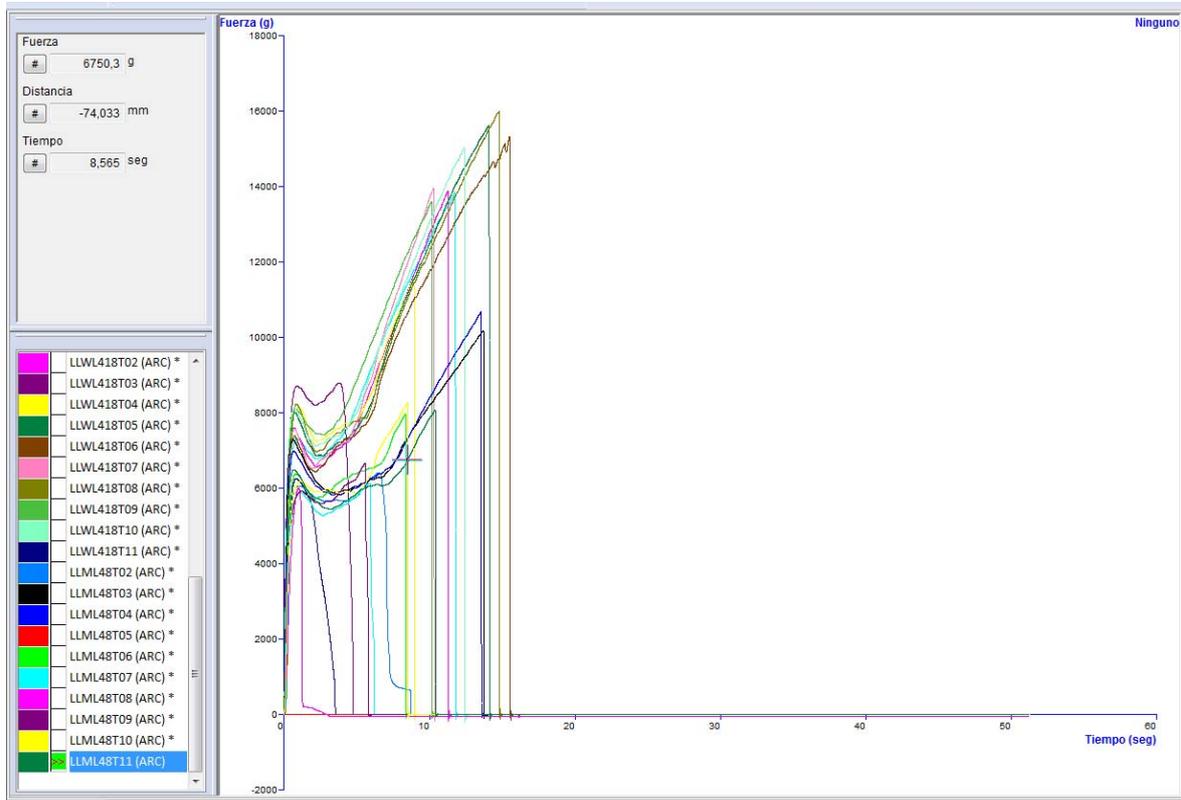


Figura nº 5: Representación gráfica del ensayo de tracción para la línea L4 con los dos proveedores en la posición lado lateral

Resultado comparativo del ensayo de tracción entre línea 6 (L6) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase lado lateral.

Como podemos ver en la gráfica los valores obtenidos W tiene unos valores de media 13.191 gramos-fuerza frente a los 11.750 gramos-fuerza de M por lo que podemos decir que W soporta más energía de tracción que W, pero M es más constante en sus resultados, puesto que su coeficiente de variación en mucho menor de 9 % de W al 6 % de M.

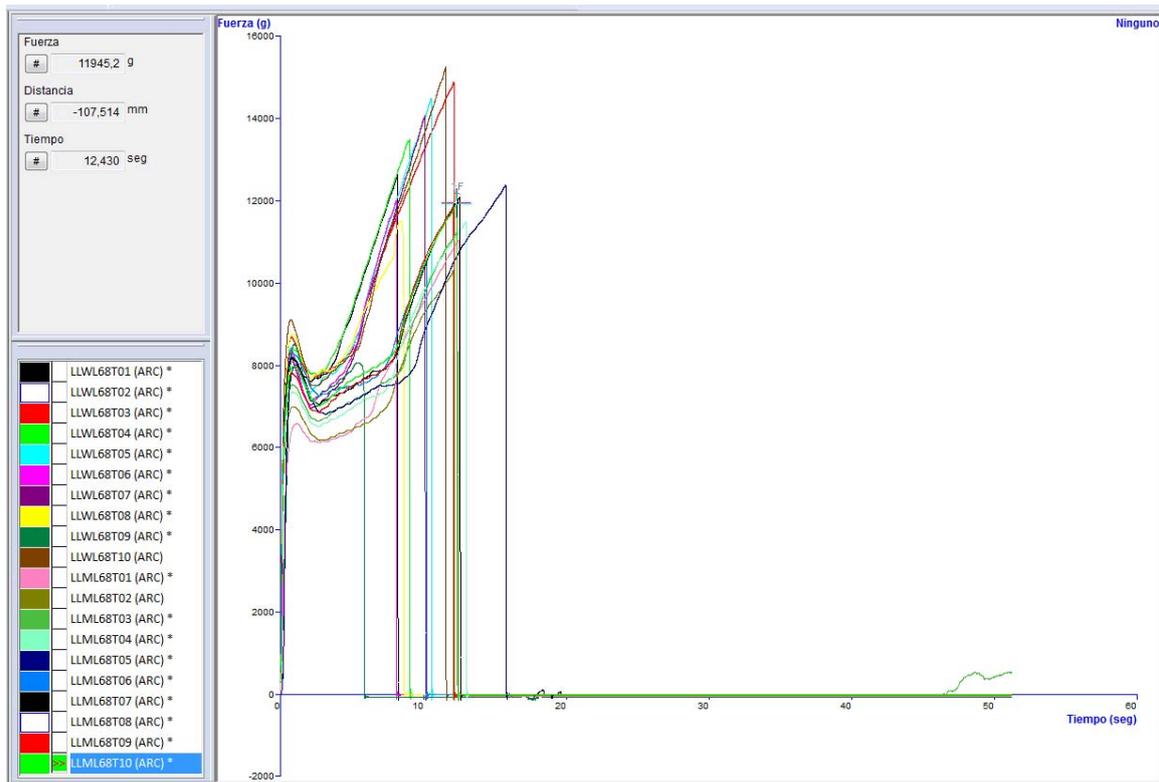


Figura n° 6: Representación gráfica del ensayo de tracción para la línea L6 con los dos proveedores en la posición lado lateral.

Resultado comparativo del ensayo de tracción entre las líneas 6 (L6) y línea 3 (L3) de 12 Tortillas (12T) para el proveedor de W en la posición del envase lado inferior.

El rango de valores obtenidos es muy similar siendo la L3 ligeramente menor que la L6, siendo de 14.119 y 14.826 gramos-fuerza respectivamente. El coeficiente variación es mayor en la línea 6 siendo la línea 3 más constante en torno a 17% y al 14.5% pero los dos son altos.

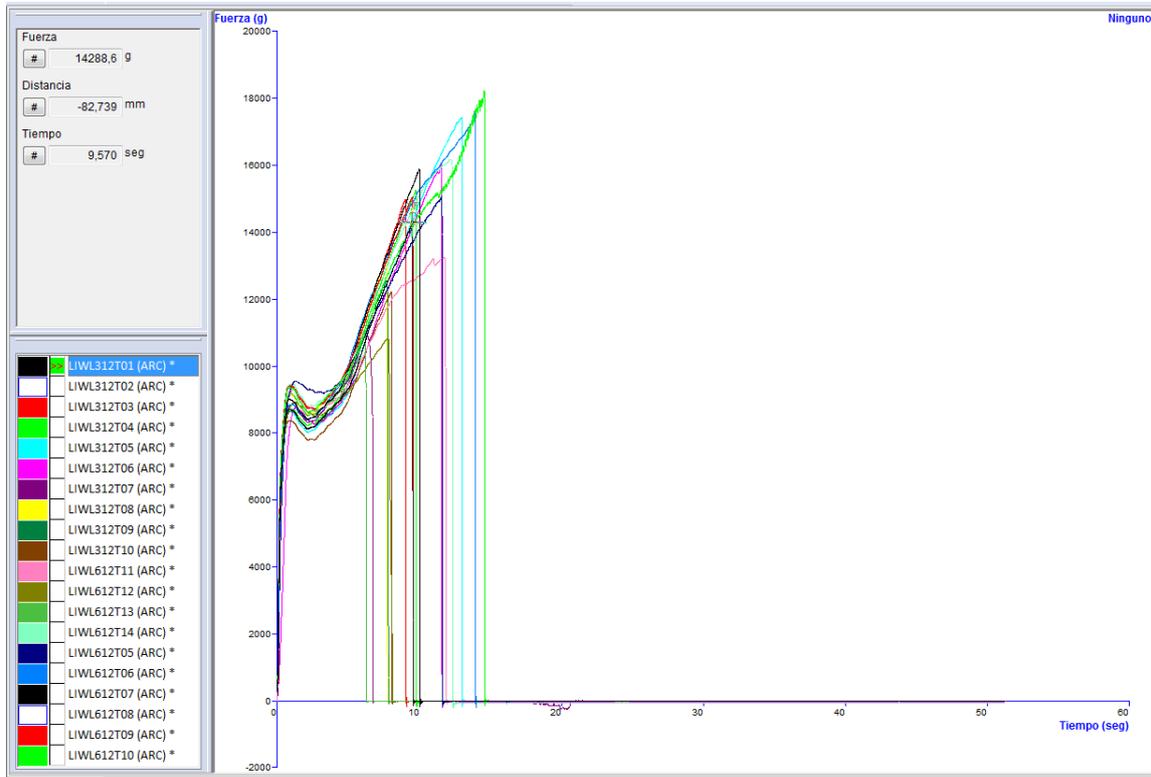


Figura n° 7: Representación gráfica del ensayo de tracción para las líneas L3 y L6 con el proveedor W en la posición lado inferior.

Resultado comparativo del ensayo de tracción de la línea 4 (L4) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores de W y M en la posición del envase lado inferior.

Se puede ver gráficamente, que claramente la fuerza necesaria para la rotura de tracción es mucho mayor en W con valores de 12.551 gramos-fuerza frente a los 7.895 gramos-fuerza de M. El coeficiente de variación es menor en M, por lo que los resultados son más homogéneos pero los valores obtenidos son mucho menores (CV M es de 14% frente al 25% de W).

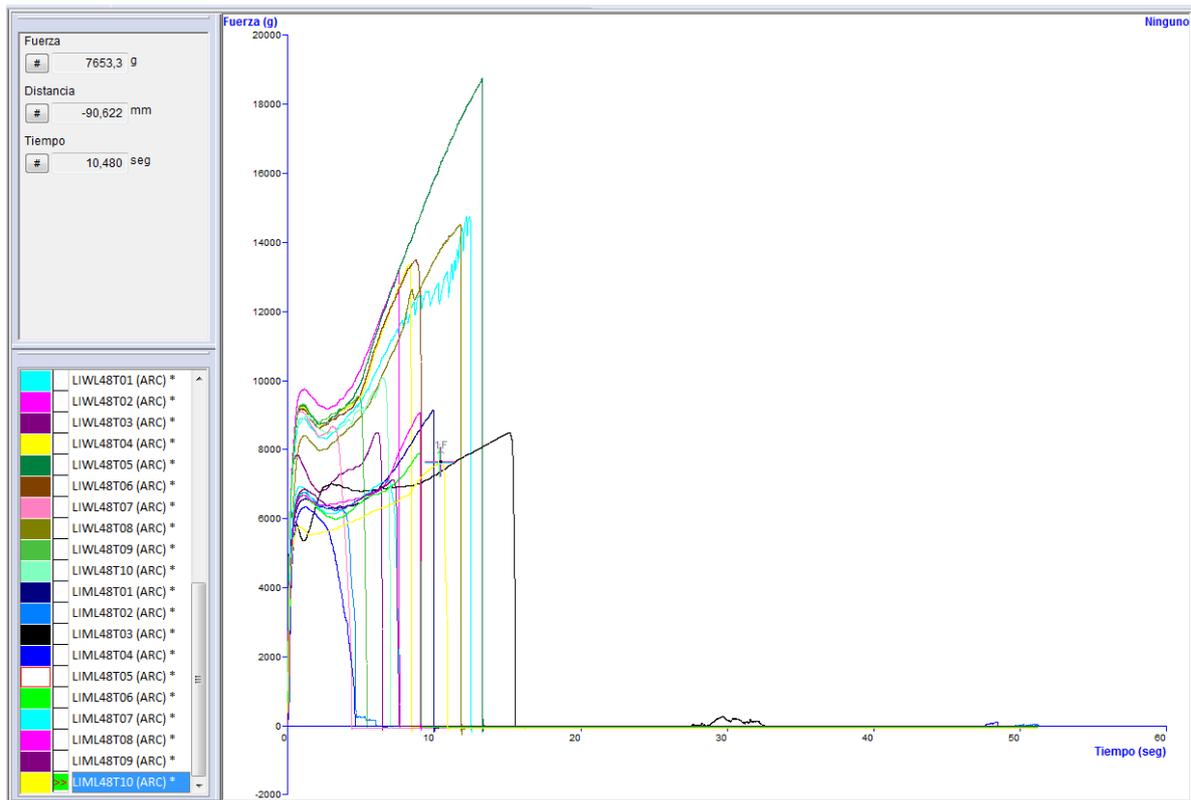


Figura nº 8: Representación gráfica del ensayo de tracción para la línea L4 con los proveedores W y M en la posición lado inferior.

Resultado comparativo de ensayo de tracción de la línea 6 (L6) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores de W y M en la posición del envase lado inferior.

Se puede ver en la gráfica como la fuerza para la rotura a tracción es mucho mayor en W con un valor de 12.990 gramos-fuerza frente a los 9.421 gramos-fuerza de M. Los coeficientes de variación de las dos muestras son bastantes similares estando los valores comprendidos ente el 18 y 18.5 %

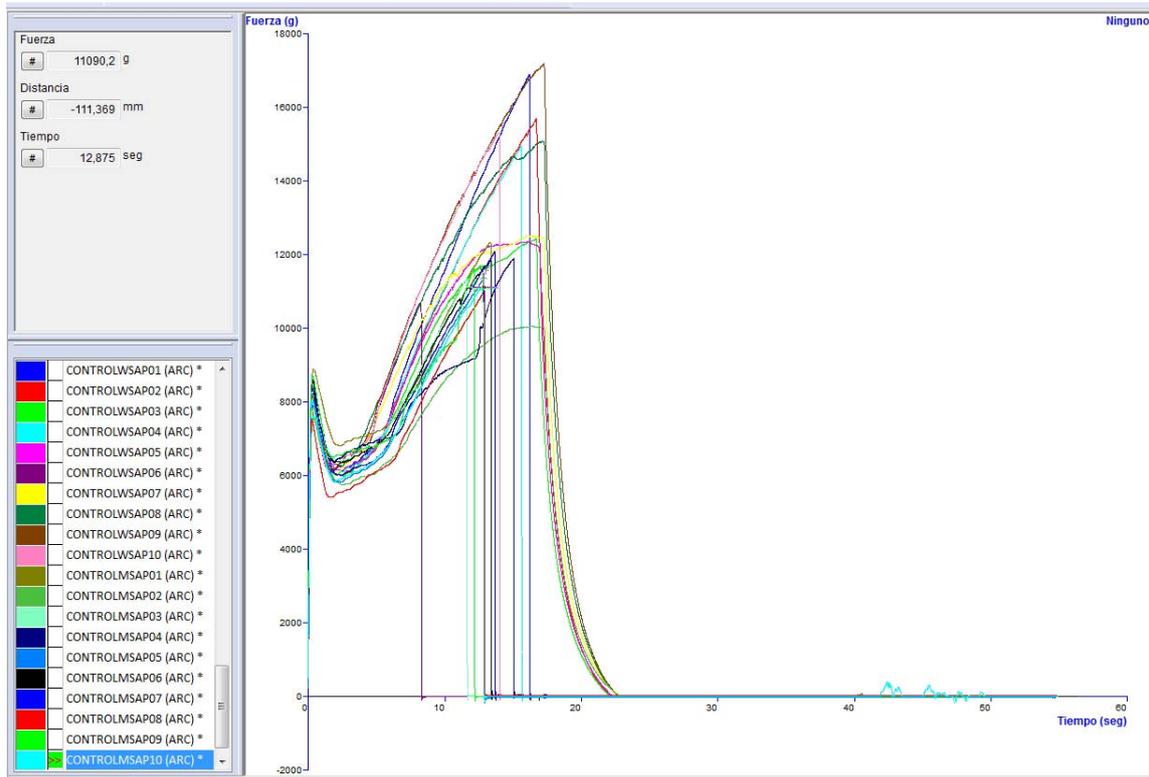


Figura nº 9: Representación gráfica del ensayo de tracción para la línea L6 con los proveedores W y M en la posición lado inferior.

Resultado comparativo de los ensayos de tracción para las muestras control realizadas en el sentido perpendicular al avance de la línea para los proveedores de W y M.

En las muestras realizadas para el proveedor W no se ha roto en 6 testigos, las pruebas se han realizado con los parámetros tenidos en cuenta para todas las muestras. En el caso del proveedor M se ha roto todos los testigos menos una muestra. Podemos ver como la resistencia media para el proveedor W es de 13.844 gramos-fuerza frente a los 11.090 gramos-fuerza del proveedor M.

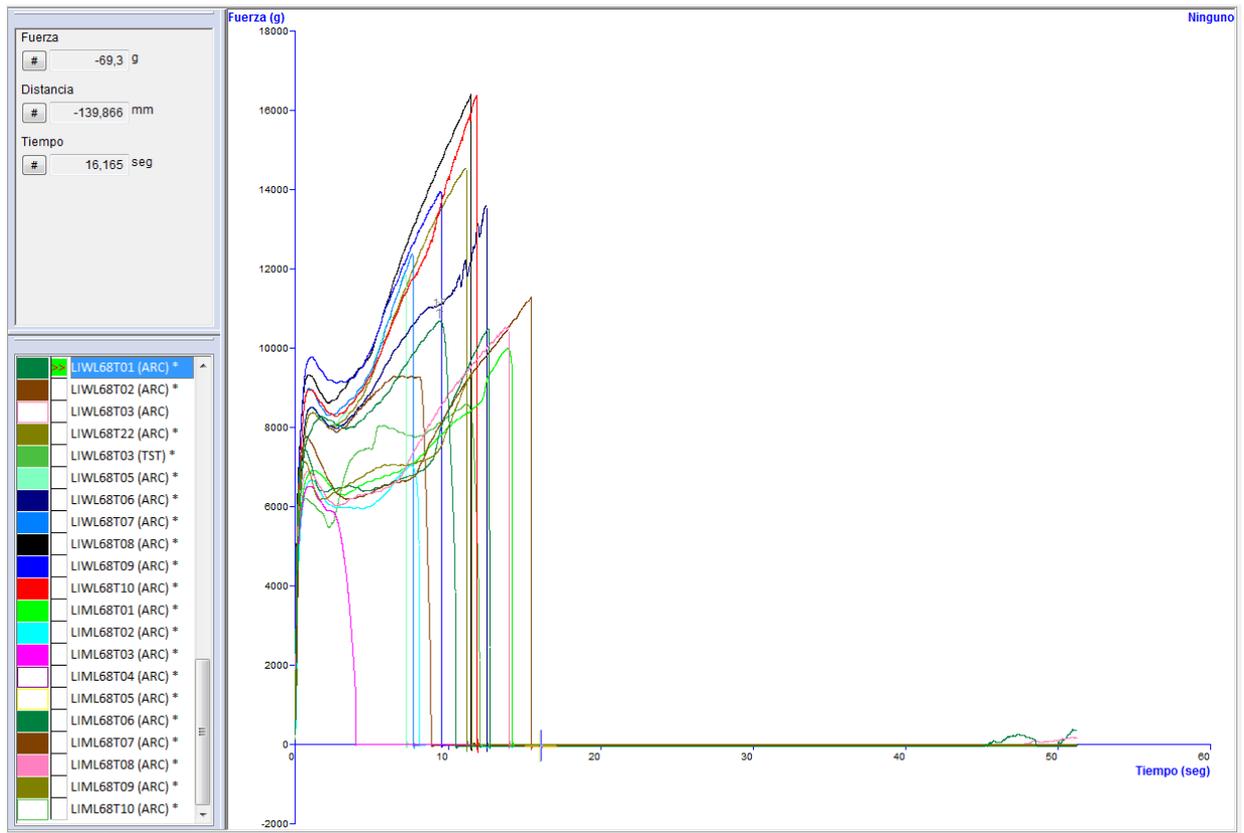


Figura n° 10: Representación gráfica del ensayo de tracción para los controles antes de la termo formación para el proveedor W y M en el sentido perpendicular al avance.

Resultado comparativo del ensayo de tracción para de las muestras control realizadas en el sentido al avance de la línea para los proveedores de W y M.

En las muestras realizadas para el proveedor W no se ha roto en 3 testigos, las pruebas se han realizado con los parámetros tenidos en cuenta para todas las muestras. En el caso del proveedor M se ha roto todos los testigos. Podemos ver como la resistencia media para el proveedor W es de 18.656 gramos-fuerza frente a los 11.185 gramos-fuerza del proveedor M.

Hemos podido ver en ambos proveedores como fuerza para rotura por tracción esta influenciada por la posición del plástico, siendo más resistente en el sentido del avance que en el sentido perpendicular.

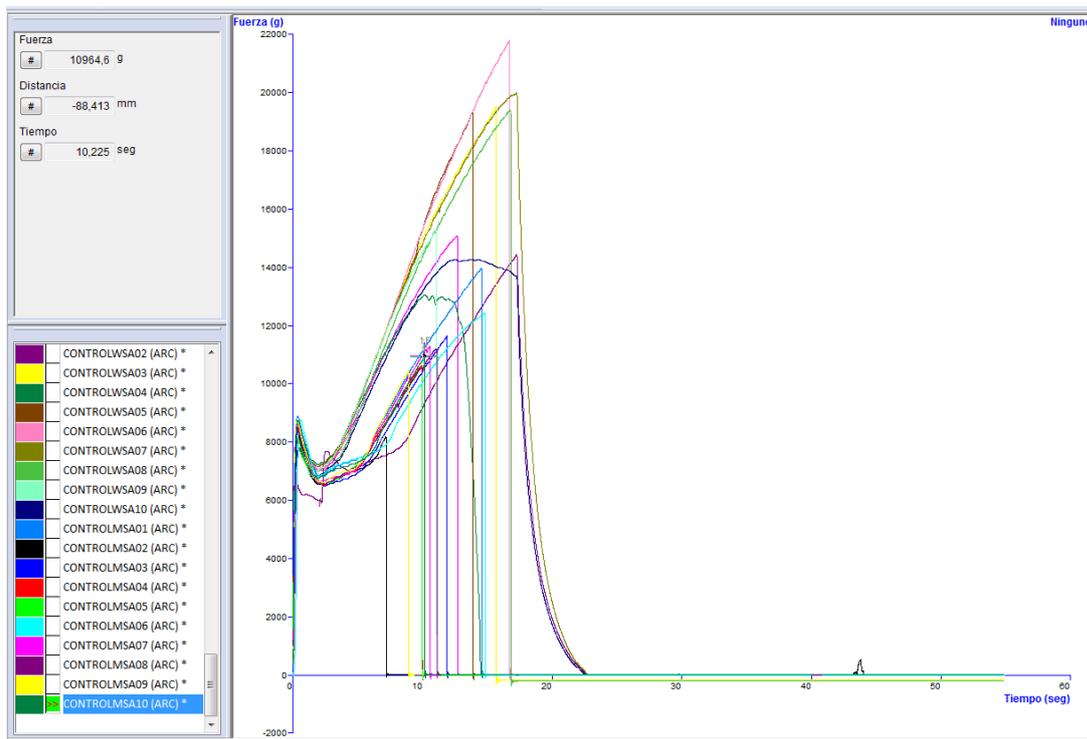


Figura nº 11: Representación gráfica del ensayo de tracción para los controles antes de la termo formación para el proveedor W y M en el sentido del avance.

Experimento 1 y 2 (L4 8T)

Probeta	Esquina (E)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
EWL48T01	1	10,300	3,000	30,900	0,274	0,042	1,266	88,673	54,972	11,531	20,000	0,000	57,66%	43,42
EWL48T02	2	10,000	2,700	27,000	0,241	0,042	1,139	89,259	57,015	45,966	20,000	0,000	229,83%	50,04
EWL48T03	3	10,400	2,900	30,160	0,240	0,055	1,601	79,576	57,210	9,712	20,000	0,000	48,56%	35,74
EWL48T04	4	10,000	3,000	30,000	0,229	0,040	1,194	76,333	48,751	5,814	20,000	0,000	29,07%	40,83
EWL48T05	5	10,000	2,900	29,000	0,254	0,070	2,036	87,586	64,479	50,730	20,000	0,000	253,65%	31,67
EWL48T06	6	10,000	3,000	30,000	0,251	0,056	1,671	83,667	60,623	8,629	20,000	0,000	43,15%	36,28
EWL48T07	7	10,200	2,800	28,560	0,247	0,043	1,198	86,485	54,443	8,283	20,000	0,000	41,42%	45,43
EWL48T08	8	10,100	2,700	27,270	0,236	0,035	0,942	86,542	89,764	78,191	20,000	0,000	390,96%	95,26
EWL48T09	9	10,100	3,000	30,300	0,245	0,050	1,497	80,858	63,100	9,756	20,000	0,000	48,78%	42,15
EWL48T10	10	10,300	2,900	29,870	0,258	0,041	1,202	86,374	60,325	7,590	20,000	0,000	37,95%	50,19
Media		10,140	2,890	29,306	0,248	0,047	1,375	84,535	61,068	23,620	20,000	0,000	118,10%	47,101
Desv Estándar		0,151	0,120	1,319	0,013	0,010	0,323	4,296	11,076	25,338	0,000	0,000	126,69%	17,96
Coef. de variación		1,48%	4,14%	4,50%	5,12%	22,00%	23,49%	5,08%	18,14%	107,27%	0,00%		107,27%	38,12%

EML48T01	1	10,000	3,200	32,000	0,213	0,049	1,568	66,563	41,099	36,220	20,000	0,000	181,10%	26,21
EML48T02	2	10,200	2,600	26,520	0,214	0,069	1,799	80,694	41,522	10,535	20,000	0,000	52,68%	23,08
EML48T03	3	10,100	2,700	27,270	0,211	0,063	1,698	77,374	43,554	54,888	20,000	0,000	274,44%	25,65
EML48T04	4	10,000	2,800	28,000	0,215	0,063	1,761	76,786	48,192	9,799	20,000	0,000	49,00%	27,36
EML48T05	5	10,100	2,900	29,290	0,217	0,050	1,453	74,087	41,652	11,705	20,000	0,000	58,53%	28,67
EML48T06	6	10,300	2,900	29,870	0,188	0,037	1,073	62,939	34,162	30,156	20,000	0,000	150,78%	31,84
EML48T07	7	10,200	3,100	31,620	0,209	0,048	1,491	66,097	38,409	19,848	20,000	0,000	99,24%	25,76
EML48T08	8	10,100	2,800	28,280	0,202	0,033	0,916	71,429	34,793	12,441	20,000	0,000	62,21%	38,00
EML48T09	9	10,100	2,300	23,230	0,226	0,061	1,401	97,288	80,063	102,620	20,000	0,000	513,10%	57,16
EML48T10	10	10,100	2,700	27,270	0,225	0,076	2,044	82,508	45,306	10,449	20,000	0,000	52,25%	22,17
Media		10,120	2,800	28,335	0,212	0,055	1,520	75,576	44,875	29,866	20,000	0,000	149,33%	30,589
Desv Estándar		0,092	0,254	2,565	0,011	0,014	0,338	10,003	13,103	29,528	0,000	0,000	147,64%	10,39
Coef. de variación		0,91%	9,07%	9,05%	5,19%	25,19%	22,24%	13,24%	29,20%	98,87%	0,00%		98,87%	33,95%

Probeta	Lado lateral (L)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
LLWL418T01	1	10,3	2,8	28,84	0,273	0,069	1,918	94,660	135,921	102,36	20,000	0,000	511,80%	70,87
LLWL418T02	2	10,2	2,6	26,52	0,264	0,069	1,781	99,548	136,326	98,072	20,000	0,000	490,36%	76,54
LLWL418T03	3	10,1	2,6	26,26	0,264	0,073	1,893	100,533	86,394	33,448	20,000	0,000	167,24%	45,64
LLWL418T04	4	10,25	2,7	27,675	0,269	0,061	1,636	97,200	113,391	77,498	20,000	0,000	387,49%	69,30
LLWL418T05	5	10,1	2,8	28,28	0,266	0,069	1,929	94,059	153,324	122,197	20,000	0,000	610,99%	79,48
LLWL418T06	6	10,2	2,6	26,52	0,254	0,066	1,726	95,777	150,486	134,628	20,000	0,000	673,14%	87,17
LLWL418T07	7	10,2	2,6	26,52	0,264	0,076	1,986	99,548	136,985	89,409	20,000	0,000	447,05%	68,96
LLWL418T08	8	10,2	2,6	26,52	0,273	0,062	1,620	102,941	156,962	128,435	20,000	0,000	642,18%	96,90
LLWL418T09	9	10	2,8	28	0,276	0,062	1,742	98,571	133,411	88,196	20,000	0,000	440,98%	76,60
LLWL418T10	10	10,2	2,6	26,52	0,285	0,068	1,773	107,466	147,691	107,601	20,000	0,000	538,01%	83,29
Media		10,175	2,670	27,166	0,269	0,067	1,800	99,030	140,500	105,377	20,000	0,000	526,89%	78,790
Desv Estándar		0,086	0,095	0,937	0,008	0,005	0,126	4,044	13,336	19,574	0,000	0,000	97,87%	9,207
Coef. de variación		0,84%	3,55%	3,45%	3,15%	7,25%	7,01%	4,08%	9,49%	18,57%	0,00%		18,57%	11,69%

LLML48T01	1	10,2	2,8	28,56	0,239	0,061	1,694	83,683	61,390	7,460	20,000	0,000	37,30%	36,24
LLML48T02	2	10,1	2,6	26,26	0,242	0,078	2,031	92,155	63,055	56,751	20,000	0,000	283,76%	31,05
LLML48T03	3	10,2	2,8	28,56	0,259	0,074	2,072	90,686	100,049	119,036	20,000	0,000	595,18%	48,29
LLML48T04	4	10,2	2,7	27,54	0,235	0,074	1,998	85,330	104,878	117,779	20,000	0,000	588,90%	52,49
LLML48T05	5	10,4	2,8	29,12	0,263	0,047	1,327	90,316	78,358	72,733	20,000	0,000	363,67%	59,04
LLML48T06	6	10,1	3	30,3	0,252	0,075	2,252	83,168	60,247	50,817	20,000	0,000	254,09%	26,76
LLML48T07	7	10,4	2,6	27,04	0,254	0,059	1,526	93,935	59,024	8,889	20,000	0,000	44,45%	38,67
LLML48T08	8	10,4	2,7	28,08	0,25	0,067	1,801	89,031	65,382	48,521	20,000	0,000	242,61%	36,30
LLML48T09	9	10,3	2,7	27,81	0,263	0,076	2,052	94,570	81,205	74,033	20,000	0,000	370,17%	39,57
LLML48T10	10	10,4	2,6	27,04	0,254	0,051	1,314	93,935	79,413	90,405	20,000	0,000	452,03%	60,46
Media		10,270	2,730	28,031	0,251	0,066	1,807	89,681	75,300	64,642	20,000	0,000	323,21%	42,888
Desv Estándar		0,125	0,125	1,168	0,010	0,011	0,330	4,287	16,606	38,717	0,000	0,000	193,59%	11,58
Coef. de variación		1,22%	4,58%	4,17%	3,88%	16,92%	18,26%	4,78%	22,05%	59,89%	0,00%		59,89%	27,01%

Probeta	Lado inferior (I)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
LIWL48T01	1	10,2	3	30,6	0,291	0,066	1,971	95,098	144,844	106,041	20,000	0,000	530,21%	73,49
LIWL48T02	2	10,2	2,7	27,54	0,271	0,066	1,774	98,402	129,514	65,76	20,000	0,000	328,80%	73,01
LIWL48T03	3	10,1	2,7	27,27	0,266	0,059	1,590	97,543	83,542	53,416	20,000	0,000	267,08%	52,53
LIWL48T04	4	10,1	2,7	27,27	0,266	0,066	1,787	97,543	131,324	72,257	20,000	0,000	361,29%	73,47
LIWL48T05	5	10,2	2,8	28,56	0,277	0,059	1,655	96,989	184,077	115,311	20,000	0,000	576,56%	111,24
LIWL48T06	6	10,1	2,7	27,27	0,259	0,061	1,636	94,976	132,523	75,895	20,000	0,000	379,48%	80,99
LIWL48T07	7	10,3	2,7	27,81	0,287	0,190	5,119	103,200	89,589	7,59	20,000	0,000	37,95%	17,50
LIWL48T08	8	10,1	2,75	27,775	0,283	0,059	1,614	101,890	142,702	102,62	20,000	0,000	513,10%	88,40
LIWL48T09	9	10,1	2,7	27,27	0,262	0,087	2,346	96,076	93,815	42,154	20,000	0,000	210,77%	39,98
LIWL48T10	10	10	2,65	26,5	0,272	0,057	1,511	102,642	98,965	56,404	20,000	0,000	282,02%	65,52
Media		10,140	2,740	27,787	0,273	0,077	2,100	98,436	123,090	69,745	20,000	0,000	348,72%	67,614
Desv Estándar		0,084	0,099	1,120	0,011	0,041	1,088	3,068	31,448	32,666	0,000	0,000	163,33%	26,07
Coef. de variación		0,83%	3,63%	4,03%	3,96%	52,77%	51,80%	3,12%	25,55%	46,84%	0,00%		46,84%	38,56%

LIML48T01	1	10,1	2,9	29,29	0,243	0,055	1,589	82,963	89,961	86,377	20,000	0,000	431,89%	56,61
LIML48T02	2	10,2	2,7	27,54	0,245	0,065	1,744	88,962	66,578	9,799	20,000	0,000	49,00%	38,17
LIML48T03	3	10,2	2,7	27,54	0,251	0,077	2,084	91,140	83,516	131,163	20,000	0,000	655,82%	40,07
LIML48T04	4	10,2	2,7	27,54	0,251	0,077	2,084	91,140	62,351	10,535	20,000	0,000	52,68%	29,91
LIML48T05	5	10,4	2,7	28,08	0,223	0,065	1,766	79,416	77,642	78,191	20,000	0,000	390,96%	43,97
LIML48T06	6	10,3	2,8	28,84	0,248	0,059	1,579	85,992	89,685	139,866	20,000	0,000	699,33%	56,79
LIML48T07	7	10,1	2,6	26,26	0,243	0,043	1,118	92,536	70,120	60,173	20,000	0,000	300,87%	62,72
LIML48T08	8	10,3	2,6	26,78	0,243	0,056	1,464	90,739	89,402	78,581	20,000	0,000	392,91%	61,08

Experimento 3 y 4 (L6 8T)

Probeta	Esquina (E)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
EWL68T01	1	10,000	3,400	34,000	0,266	0,050	1,697	78,235	59,667	11,402	20,000	0,000	57,01%	35,17
EWL68T02	2	9,900	2,800	27,720	0,227	0,045	1,260	81,890	69,691	64,980	20,000	0,000	324,90%	55,31
EWL68T03	3	10,300	3,200	32,960	0,279	0,036	1,165	84,648	71,601	61,299	20,000	0,000	306,50%	61,47
EWL68T04	4	10,400	2,400	24,960	0,259	0,042	1,015	103,766	79,746	79,880	20,000	0,000	399,40%	78,55
EWL68T05	5	10,100	2,600	26,260	0,246	0,039	1,017	93,679	98,322	109,851	20,000	0,000	549,26%	96,72
EWL68T06	6	10,700	2,700	28,890	0,258	0,032	0,864	89,304	56,786	10,102	20,000	0,000	50,51%	65,72
EWL68T07	7	10,100	2,900	29,290	0,225	0,047	1,360	76,818	55,611	10,059	20,000	0,000	50,30%	40,89
EWL68T08	8	10,300	2,700	27,810	0,256	0,033	0,880	92,053	57,418	9,193	20,000	0,000	45,97%	65,23
EWL68T09	9	10,500	2,700	28,350	0,263	0,064	1,728	92,769	59,770	11,055	20,000	0,000	55,28%	34,59
Media		10,256	2,822	28,916	0,253	0,043	1,221	88,129	67,623	40,869	20,000	0,000	204,35%	59,295
Desv Estándar		0,255	0,307	2,916	0,018	0,010	0,323	8,591	14,144	38,626	0,000	0,000	193,13%	20,61
Coef. de variación		2,49%	10,89%	10,08%	7,01%	23,13%	26,47%	9,75%	20,92%	94,51%	0,00%	0,00%	94,51%	34,77%
EML68T01	1	10,000	2,900	29,000	0,238	0,037	1,067	82,069	68,182	101,277	20,000	0,000	506,39%	63,89
EML68T02	2	10,000	3,000	30,000	0,237	0,030	0,885	79,000	48,084	10,145	20,000	0,000	50,73%	54,33
EML68T03	3	10,100	2,800	28,280	0,254	0,036	1,019	89,816	54,290	11,965	20,000	0,000	59,83%	53,27
EML68T04	4	10,000	2,900	29,000	0,229	0,043	1,256	78,966	66,326	102,230	20,000	0,000	511,15%	52,82
EML68T05	5	10,000	2,700	27,000	0,222	0,040	1,067	82,222	47,667	32,192	20,000	0,000	160,96%	44,69
EML68T06	6	10,400	3,300	34,320	0,298	0,043	1,429	86,830	76,044	98,202	20,000	0,000	491,01%	53,22
EML68T07	7	10,100	2,900	29,290	0,235	0,033	0,957	80,232	49,646	9,712	20,000	0,000	48,56%	51,88
EML68T08	8	10,200	2,900	29,580	0,241	0,048	1,395	81,474	59,630	77,628	20,000	0,000	388,14%	42,75
EML68T09	9	10,300	3,300	33,990	0,267	0,065	2,129	78,553	55,312	16,079	20,000	0,000	80,40%	25,99
Media		10,122	2,967	30,051	0,247	0,042	1,245	82,129	58,353	51,048	20,000	0,000	255,24%	49,204
Desv Estándar		0,148	0,206	2,480	0,023	0,010	0,381	3,838	9,975	42,662	0,000	0,000	213,31%	10,58
Coef. de variación		1,46%	6,95%	8,25%	9,46%	24,74%	30,64%	4,67%	17,09%	83,57%	0,00%	0,00%	83,57%	21,51%

Probeta	Lado lateral	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
LLWL68T01	1	3,2	2,6	8,32	0,268	0,050	1,300	112,040	124,166	71,304	20,000	0,000	356,52%	95,51
LLWL68T02	2	10,2	2,7	27,54	0,27	0,131	3,534	98,039	137,326	139,866	20,000	0,000	699,33%	38,86
LLWL68T03	3	10,2	2,6	26,52	0,278	0,069	1,797	104,827	146,329	105,392	20,000	0,000	526,96%	81,45
LLWL68T04	4	10	2,7	27	0,277	0,061	1,647	102,593	132,531	78,624	20,000	0,000	393,12%	80,47
LLWL68T05	5	10,2	2,65	27,03	0,277	0,055	1,452	102,479	142,391	91,791	20,000	0,000	458,96%	98,05
LLWL68T06	6	10,25	2,6	26,65	0,281	0,056	1,461	105,441	117,865	70,438	20,000	0,000	352,19%	80,66
LLWL68T07	7	10,2	2,6	26,52	0,266	0,065	1,685	100,302	138,221	87,936	20,000	0,000	439,68%	82,04
LLWL68T08	8	10,1	2,7	27,27	0,286	0,093	2,508	104,877	112,950	73,167	20,000	0,000	365,84%	45,03
LLWL68T09	9	10,1	2,7	27,27	0,282	0,069	1,852	103,410	83,588	8,326	20,000	0,000	41,63%	45,13
LLWL68T10	10	10,2	2,6	26,52	0,278	0,054	1,396	104,827	149,812	100,541	20,000	0,000	502,71%	107,30
Media		9,465	2,645	25,064	0,276	0,070	1,534	104,644	135,902	86,575	20,000	0,000	432,88%	89,35
Desv Estándar		2,203	0,050	5,895	0,006	0,025	0,680	3,690	11,720	13,754	0,000	0,000	68,77%	10,85
Coef. de variación		23,27%	1,88%	23,52%	2,32%	34,99%	44,31%	3,53%	8,62%	15,89%	0,00%	0,00%	15,89%	12,14%
LLML68T01	1	10,100	2,650	26,765	0,257	0,037	0,988	96,021	108,550	108,424	20,000	0,000	542,12%	109,82
LLML68T02	2	9,900	2,600	25,740	0,260	0,047	1,230	101,010	110,347	107,428	20,000	0,000	537,14%	89,73
LLML68T03	3	10,100	2,600	26,260	0,255	0,048	1,248	97,106	113,046	112,972	20,000	0,000	564,86%	90,58
LLML68T04	4	10,000	2,700	27,000	0,264	0,059	1,585	97,778	121,719	137,097	20,000	0,000	685,49%	76,80
LLML68T05	5	10,200	2,200	22,400	0,270	0,062	1,373	120,321	103,895	88,846	20,000	0,000	444,23%	75,68
LLML68T06	6	10,200	2,600	26,520	0,289	0,060	1,560	108,974	118,799	109,203	20,000	0,000	546,02%	76,15
LLML68T07	7	10,100	2,600	26,260	0,273	0,059	1,534	103,960	126,673	139,866	20,000	0,000	699,33%	82,58
LLML68T08	8	10,000	2,700	27,000	0,269	0,056	1,512	99,630	116,915	105,262	20,000	0,000	526,31%	77,32
LLML68T09	9	10,300	2,800	28,840	0,286	0,054	1,509	99,168	117,142	107,514	20,000	0,000	537,57%	77,62
Media		10,100	2,606	26,314	0,269	0,054	1,393	102,663	115,232	112,957	20,000	0,000	564,78%	84,03
Desv Estándar		0,122	0,167	1,692	0,012	0,008	0,201	7,716	7,018	15,977	0,000	0,000	79,89%	11,25
Coef. de variación		1,21%	6,40%	6,43%	4,46%	14,98%	14,44%	7,52%	6,09%	14,14%	0,00%	0,00%	14,14%	13,39%

Probeta	Lado inferior	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
LIWL68T01	1	10,3	2,2	22,66	0,278	0,060	1,327	122,683	104,883	82,003	20,000	0,000	410,02%	79,06
LIWL68T02	2	10,2	2,6	26,52	0,285	0,064	1,661	107,466	91,299	60,736	20,000	0,000	303,68%	54,95
LIWL68T03	3	10,35	2,7	27,945	0,274	0,063	1,712	98,050	142,715	97,032	20,000	0,000	485,16%	83,37
LIWL68T04	4	10,35	2,7	27,945	0,274	0,056	1,504	98,050	84,279	97,206	20,000	0,000	486,03%	56,04
LIWL68T05	5	10,25	2,6	26,65	0,271	0,060	1,552	101,689	116,256	62,815	20,000	0,000	314,08%	74,90
LIWL68T06	6	10,1	2,6	26,26	0,267	0,068	1,760	101,676	133,366	108,424	20,000	0,000	542,12%	75,77
LIWL68T07	7	10,1	2,6	26,26	0,269	0,053	1,386	102,437	121,563	66,67	20,000	0,000	333,35%	87,72
LIWL68T08	8	10,1	2,6	26,26	0,281	0,065	1,695	107,007	160,964	99,891	20,000	0,000	499,46%	94,95
LIWL68T09	9	10,1	2,7	27,27	0,293	0,068	1,825	107,444	136,960	82,436	20,000	0,000	412,18%	75,04
LIWL68T10	10	10,2	2,7	27,54	0,278	0,058	1,566	100,944	160,788	103,14	20,000	0,000	515,70%	102,67
Media		10,205	2,600	26,531	0,277	0,061	1,610	105,749	137,320	91,371	20,000	0,000	456,85%	85,51
Desv Estándar		0,104	0,149	1,520	0,008	0,005	0,162	7,596	19,040	15,166	0,000	0,000	75,83%	7,69
Coef. de variación		1,02%	5,73%	5,73%	2,84%	7,98%	10,04%	7,18%	13,87%	16,60%	0,00%	0,00%	16,60%	8,99%
LIML68T01	1	10,100	2,700	27,270	0,262	0,043	1,148	96,076	98,126	120,725	20,000	0,000	603,63%	85,51
LIML68T02	2	10,100	2,600	26,260	0,253	0,059	1,521	96,344	69,232	65,933	20,000	0,000	329,67%	45,52
LIML68T03	3	10,000	2,600	26,000	0,263	0,037	0,949	101,154	63,979	7,98	20,000	0,000	39,90%	67,42
LIML68T04	4	10,000	2,600	26,000	0,263	0,056	1,461	101,154	81,492	139,866	20,000	0,000	699,33%	55,77
LIML68T05	5	10,000	2,600	26,000	0,281	0,056	1,459	108,077	112,292	139,866	20,000	0,000	699,33%	76,99
LIML68T06	6	10,100	2,900	29,290	0,282	0,055	1,607	96,279	102,996	109,853	20,000	0,000	549,27%	64,11
LIML68T07	7	10,100	2,600	26,260	0,287	0,054	1,409	109,292	110,824	134,065	20,000	0,000	670,33%	78,64
LIML68T08	8	10,100	2,650	26,765	0,262	0,050	1,317	97,889	103,613	120,855	20,000	0,000	604,28%	78,67
LIML68T09	9	10,100	2,800	28,280	0,270	0,041	1,154	95,474	92,099	100,237	20,000	0,000	501,19%	79,84
LIML68T10	10	10,100	2,700	27,270	0,275	0,032	0,875	100,843	89,238	139,866	20,000	0,000	699,33%	102,01
Media		10,070	2,675	26,940	0,270	0,048	1,290	100,258	92,					

Experimento 5 y 6 (L3/L6 12T)

Probeta	Esquina (E)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongació n máx. (mm)	Separació n pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
EWL312T01	1	10,200	2,700	27,540	0,247	0,047	1,269	89,688	55,412	10,059	20,000	0,000	50,30%	43,67
EWL312T02	2	10,400	2,800	29,120	0,229	0,039	1,081	78,640	51,520	26,258	20,000	0,000	131,29%	47,67
EWL312T03	3	10,000	2,900	29,000	0,242	0,029	0,850	83,448	51,300	6,507	20,000	0,000	32,54%	60,37
EWL312T04	4	10,000	2,800	28,000	0,214	0,025	0,711	76,429	50,302	31,759	20,000	0,000	158,80%	70,73
EWL312T05	5	10,300	2,700	27,810	0,222	0,039	1,048	79,827	79,147	60,562	20,000	0,000	302,81%	75,55
EWL312T06	6	10,300	2,700	27,810	0,219	0,036	0,975	78,749	55,683	10,189	20,000	0,000	50,95%	57,13
EWL312T07	7	10,200	2,900	29,580	0,223	0,033	0,966	75,389	113,432	93,047	20,000	0,000	465,24%	117,46
EWL312T08	8	10,200	2,900	29,580	0,240	0,047	1,372	81,136	54,965	47,742	20,000	0,000	238,71%	40,07
EWL312T09	9	10,200	2,500	25,500	0,225	0,029	0,723	88,235	63,199	48,261	20,000	0,000	241,31%	87,47
EWL312T10	10	10,300	2,600	26,780	0,236	0,035	0,907	88,125	55,947	8,023	20,000	0,000	40,12%	61,66
Media		10,210	2,750	28,072	0,230	0,036	0,990	81,967	63,091	34,241	20,000	0,000	171,20%	66,178
Desv Estándar		0,129	0,135	1,300	0,011	0,007	0,214	5,160	19,606	28,323	0,000	0,000	141,61%	23,24
Coef. de variación		1,26%	4,92%	4,63%	4,78%	20,30%	21,60%	6,30%	31,08%	82,72%	0,00%		82,72%	35,11%

EWL612T01	1	10,500	2,800	29,400	0,247	0,016	0,451	84,014	49,139	6,680	20,000	0,000	33,40%	109,00
EWL612T02	2	10,400	2,700	28,080	0,256	0,025	0,678	91,168	60,223	10,492	20,000	0,000	52,46%	88,86
EWL612T03	3	10,200	2,900	29,580	0,254	0,026	0,754	85,869	49,035	6,680	20,000	0,000	33,40%	65,03
EWL612T04	4	10,250	2,700	27,675	0,231	0,028	0,745	83,469	53,176	7,503	20,000	0,000	37,52%	71,36
EWL612T05	5	9,900	2,900	28,710	0,236	0,023	0,667	82,201	66,879	48,478	20,000	0,000	242,39%	100,27
EWL612T06	6	10,200	2,800	28,560	0,230	0,037	1,036	80,532	52,946	11,228	20,000	0,000	56,14%	51,11
EWL612T07	7	10,100	2,700	27,270	0,210	0,034	0,907	77,008	52,141	10,275	20,000	0,000	51,38%	57,47
EWL612T08	8	9,800	2,800	27,440	0,224	0,023	0,638	81,633	56,258	11,055	20,000	0,000	55,28%	88,12
EWL612T09	9	10,100	2,700	27,270	0,226	0,017	0,467	82,875	56,306	9,799	20,000	0,000	49,00%	120,54
EWL612T10	10	10,400	2,700	28,080	0,275	0,078	2,098	97,934	92,326	74,033	20,000	0,000	370,17%	44,01
Media		10,185	2,770	28,207	0,239	0,031	0,844	84,670	58,843	19,622	20,000	0,000	98,11%	79,578
Desv Estándar		0,221	0,082	0,840	0,019	0,018	0,475	5,924	12,922	22,818	0,000	0,000	114,09%	25,77
Coef. de variación		2,17%	2,97%	2,98%	7,97%	57,96%	56,25%	7,00%	21,96%	116,29%	0,00%		116,29%	32,38%

Probeta	Lado lateral	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongació n máx. (mm)	Separació n pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
LLWL312T01	1	10,2	2,65	27,03	0,269	0,053	1,405	99,519	98,744	7,460	20,000	0,000	37,30%	70,31
LLWL312T02	2	10,1	2,7	27,27	0,27	0,052	1,409	99,010	114,345	56,751	20,000	0,000	283,76%	81,13
LLWL312T03	3	10,2	2,75	28,05	0,283	0,064	1,760	100,891	159,917	119,036	20,000	0,000	595,18%	90,86
LLWL312T04	4	10,1	2,6	26,26	0,26	0,050	1,297	99,010	128,697	117,779	20,000	0,000	588,90%	99,20
LLWL312T05	5	10,2	2,7	27,54	0,269	0,052	1,391	97,676	128,955	72,733	20,000	0,000	363,67%	92,74
LLWL312T06	6	10,2	2,7	27,54	0,265	0,054	1,445	96,224	132,984	50,817	20,000	0,000	254,09%	92,06
LLWL312T07	7	10	2,7	27	0,253	0,046	1,242	93,704	131,241	8,889	20,000	0,000	44,45%	105,67
LLWL312T08	8	10,2	2,7	27,54	0,284	0,057	1,528	103,123	140,207	48,521	20,000	0,000	242,61%	91,75
LLWL312T09	9	10,2	2,6	26,52	0,261	0,043	1,123	98,416	107,291	74,033	20,000	0,000	370,17%	95,52
LLWL312T10	10	10,2	2,6	26,52	0,271	0,043	1,105	102,187	124,413	40,862	20,000	0,000	204,31%	112,59
Media		10,160	2,670	27,127	0,269	0,051	1,370	98,976	127,216	59,511	20,000	0,000	297,56%	95,127
Desv Estándar		0,070	0,054	0,567	0,010	0,006	0,194	2,766	20,298	46,350	0,000	0,000	231,75%	13,407
Coef. de variación		0,69%	2,01%	2,09%	3,60%	12,53%	14,15%	2,79%	15,96%	77,88%	0,00%		77,88%	14,09%

LLWL612T01	1	10,1	2,7	27,27	0,27	0,047	1,256	99,010	72,966	6,854	20,000	0,000	34,27%	58,12
LLWL612T02	2	10,1	2,75	27,775	0,266	0,039	1,075	95,770	129,963	78,061	20,000	0,000	390,31%	120,87
LLWL612T03	3	10,3	2,7	27,81	0,266	0,039	1,045	95,649	131,079	81,959	20,000	0,000	409,80%	125,45
LLWL612T04	4	10,2	2,65	27,03	0,264	0,047	1,246	97,669	131,642	80,790	20,000	0,000	403,95%	105,69
LLWL612T05	5	10,2	2,7	27,03	0,284	0,046	1,250	105,068	148,164	88,889	20,000	0,000	444,45%	118,52
LLWL612T06	6	10,25	2,7	27,675	0,278	0,040	1,069	100,452	134,469	81,873	20,000	0,000	409,37%	125,77
LLWL612T07	7	10,2	2,65	27,81	0,269	0,039	1,044	96,728	94,278	51,293	20,000	0,000	256,47%	90,30
LLWL612T08	8	10,3	2,7	27,54	0,267	0,044	1,196	96,950	134,453	139,866	20,000	0,000	699,33%	112,41
LLWL612T10	9	10,05	2,6	26,13	0,277	0,044	1,131	106,008	145,931	116,177	20,000	0,000	580,89%	129,03
Media		10,189	2,683	27,341	0,271	0,043	1,146	99,256	124,772	80,640	20,000	0,000	403,20%	109,57
Desv Estándar		0,089	0,043	0,553	0,007	0,004	0,091	3,877	24,775	37,340	0,000	0,000	186,70%	22,76
Coef. de variación		0,88%	1,61%	2,02%	2,52%	8,22%	7,99%	3,91%	19,86%	46,30%	0,00%		46,30%	20,77%

Probeta	Lado inferior	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongació n máx. (mm)	Separació n pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
LWL312T01	1	10,2	2,65	27,03	0,226	0,058	1,532	83,611	140,127	82,782	20,000	0,000	413,91%	91,48
LWL312T02	2	10,05	2,7	27,135	0,276	0,057	1,534	101,714	121,972	76,892	20,000	0,000	384,46%	79,53
LWL312T03	3	10	2,7	27	0,261	0,054	1,445	96,667	147,316	78,581	20,000	0,000	392,91%	101,98
LWL312T04	4	10	2,7	27	0,261	0,053	1,423	96,667	150,065	84,905	20,000	0,000	424,53%	105,46
LWL312T05	5	10,1	2,7	27,27	0,254	0,045	1,226	93,143	171,229	112,842	20,000	0,000	564,21%	139,69
LWL312T06	6	10,2	2,65	27,03	0,257	0,054	1,428	95,080	157,308	100,54	20,000	0,000	502,70%	110,13
LWL312T07	7	10,1	2,7	27,27	0,255	0,049	1,310	93,509	107,330	54,975	20,000	0,000	274,88%	81,96
LWL312T08	8	10,25	2,7	27,675	0,279	0,053	1,426	100,813	129,535	66,886	20,000	0,000	334,43%	90,86
LWL312T09	9	10,2	2,7	27,54	0,279	0,053	1,426	101,307	123,295	66,713	20,000	0,000	333,57%	86,49
LWL312T10	10	10,15	2,65	26,8975	0,245	0,045	1,193	91,087	120,012	69,831	20,000	0,000	349,16%	100,64
Media		10,125	2,685	27,185	0,259	0,052	1,394	94,654	138,469	79,784	20,000	0,000	398,92%	100,97
Desv Estándar		0,089	0,024	0,254	0,016	0,004	0,116	5,347	20,199	18,070	0,000	0,000	90,35%	17,20
Coef. de variación		0,88%	0,90%	0,94%	6,33%	8,35%	8,32%	5,65%	14,59%	22,65%	0,00%		22,65%	17,04%

LWL612T01	1	10,2	2,6	26,52	0,278	0,048	1,256	104,827	130,150	101,364	20,000	0,000	506,82%	103,64
LWL612T02	2	10,15	2,65	26,8975	0,27	0,050	1,330	100,381	106,411	67,579	20,000	0,000	337,90%	79,99
LWL612T03	3	10,1	2,7	27,27	0,277	0,041	1,102	101,577	108,220	53,589	20,000	0,000	267,95%	98,24
LWL612T04	4	10,1	2,7	27,27	0,277	0,051	1,366	101,577	158,893	105,868	20,000	0,000	529,34%	116,30
LWL612T05	5	10,1	2,7	27,27	0,284	0,050	1,361	104,144	148,058	100,367	20,000	0,000	501,84%	108,80
LWL612T06	6	10,2	2,75	28,05	0,274	0,045	1,243	97,683	173,776	120,985	20,000	0,000	604,93%	139,80
LWL612T07	7	10,4	2,6	27,04	0,286	0,044	1,147	105,769	156,018	86,984	20,000	0,000	434,92%	136,07
LWL612T08	8	10	2,65	26,5	0,279	0,055	1,458	105,283	155,009	127,352	20,000	0,000	636,76%	106,35
LWL612T09	9													

Comparativa control

Probeta	Índice avance	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
CONTROLWSA01	1	9,9	2,6	25,74	0,329	0,111	2,878	127,817	148,147305	109,896	13,400	0,000	820,12%	51,47
CONTROLWSA02	2	9,9	2,7	26,73	0,34	0,115	3,092	127,198	141,836935	149,831	13,400	0,000	1118,14%	45,88
CONTROLWSA03	3	10	2,65	26,5	0,342	0,111	2,944	129,057	191,75265	136,058	13,400	0,000	1015,36%	65,13
CONTROLWSA04	4	10	2,7	27	0,338	0,112	3,021	125,185	128,250855	88,413	13,400	0,000	659,80%	42,45
CONTROLWSA05	5	10,1	2,7	27,27	0,342	0,113	3,043	125,413	189,812461	120,378	13,400	0,000	898,34%	62,38
CONTROLWSA06	6	10,1	2,7	27,27	0,335	0,109	2,943	122,846	214,014555	144,937	13,400	0,000	1081,62%	72,72
CONTROLWSA07	7	10,1	2,6	26,26	0,329	0,109	2,826	125,286	196,429213	149,701	13,400	0,000	1117,17%	69,50
CONTROLWSA08	8	10,1	2,6	26,26	0,347	0,115	2,990	132,140	149,906791	95,906	13,400	0,000	715,72%	50,14
CONTROLWSA09	9	10,1	2,6	26,26	0,332	0,110	2,865	126,428	190,658916	145,803	13,400	0,000	1088,08%	66,54
CONTROLWSA10	10	10	2,6	26	0,328	0,112	2,912	126,154	140,300952	108,943	13,400	0,000	813,01%	48,18
Media		10,030	2,645	26,529	0,336	0,112	2,951	126,998	182,960	128,954	13,400	0,000	962,34%	62,55
Desv Estándar		0,082	0,050	0,525	0,007	0,002	0,085	2,534	24,610	20,612	0,000	0,000	153,82%	8,67
Coef. de variación		0,82%	1,88%	1,98%	1,96%	1,88%	2,87%	2,00%	13,45%	15,98%	0,00%	0,00%	15,98%	13,86%

CONTROLMSA01	1	10	2,8	28	0,325	0,116	3,256	116,071	137,38	126,44	13,400	0,000	943,60%	42,19
CONTROLMSA02	2	10	2,7	27	0,312	0,126	3,407	115,556	82,26	3,35	13,400	0,000	24,96%	24,14
CONTROLMSA03	3	9,9	2,6	25,74	0,318	0,119	3,099	123,543	114,51	103,31	13,400	0,000	770,99%	36,95
CONTROLMSA04	4	9,9	2,7	26,73	0,316	0,113	3,048	118,219	104,50	86,38	13,400	0,000	644,60%	34,28
CONTROLMSA05	5	10	2,6	26	0,303	0,109	2,821	116,538	104,27	86,72	13,400	0,000	647,19%	36,96
CONTROLMSA06	6	10	2,9	29	0,33	0,114	3,312	113,793	122,30	128,57	13,400	0,000	959,44%	36,93
CONTROLMSA07	7	10	2,7	27	0,318	0,112	3,035	117,778	111,18	91,88	13,400	0,000	685,66%	36,63
CONTROLMSA08	8	9,9	2,6	25,74	0,31	0,110	2,868	120,435	110,10	95,82	13,400	0,000	715,07%	38,39
CONTROLMSA09	9	10,1	2,6	26,26	0,315	0,112	2,917	119,954	102,87	77,63	13,400	0,000	579,31%	35,26
CONTROLMSA10	10	9,8	2,7	26,46	0,312	0,112	3,029	117,914	107,53	88,41	13,400	0,000	659,80%	35,49
Media		9,960	2,690	26,793	0,316	0,114	3,079	118,302	109,69	88,851	13,400	0,000	663,06%	35,72
Desv Estándar		0,084	0,099	1,036	0,008	0,005	0,193	2,791	14,186	34,489	0,000	0,000	257,38%	4,60
Coef. de variación		0,85%	3,70%	3,87%	2,41%	4,45%	6,28%	2,36%	12,93%	38,82%	0,00%	0,00%	38,82%	12,89%

Probeta	Índice avance	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Separación pinzas. (mm)	Error por arrugado (mm)	Elongación relativa (%)	Tensión máx. de rotura (N/mm ²)
CONTROLWSAP01	1	10,2	2,7	27,54	0,342	0,111	2,992	124,183	166,019328	140,736	13,400	0,000	1050,27%	55,50
CONTROLWSAP03	2	10,2	2,6	26,52	0,333	0,111	2,886	125,566	121,949316	144,849	13,400	0,000	1080,96%	42,26
CONTROLWSAP02	3	10,2	2,6	26,52	0,338	0,110	2,868	127,451	153,927792	144,849	13,400	0,000	1080,96%	53,67
CONTROLWSAP04	4	10,4	2,6	27,04	0,341	0,111	2,889	126,109	146,938084	135,625	13,400	0,000	1012,13%	50,87
CONTROLWSAP05	5	10,2	2,6	26,52	0,336	0,112	2,904	126,697	121,262505	139,566	13,400	0,000	1041,54%	41,75
CONTROLWSAP06	6	10,3	2,5	25,75	0,326	0,112	2,800	126,602	104,79875	71,434	13,400	0,000	533,09%	37,43
CONTROLWSAP07	7	10,2	2,5	25,5	0,326	0,112	2,798	127,843	122,813434	140,043	13,400	0,000	1045,10%	43,90
CONTROLWSAP08	8	10,2	2,7	27,54	0,341	0,108	2,908	123,820	147,983585	148,575	13,400	0,000	1108,77%	50,89
CONTROLWSAP09	9	10,1	2,6	26,26	0,332	0,109	2,821	126,428	168,595378	149,87	13,400	0,000	1118,43%	59,76
CONTROLWSAP10	10	10,1	2,6	26,26	0,328	0,108	2,795	124,905	150,318469	121,158	13,400	0,000	904,16%	53,78
Media		10,210	2,600	26,545	0,334	0,110	2,866	125,314	135,771	119,544	13,400	0,000	892,12%	47,24
Desv Estándar		0,088	0,067	0,676	0,006	0,002	0,063	1,332	27,549	33,698	0,000	0,000	251,48%	8,79
Coef. de variación		0,86%	2,56%	2,55%	1,87%	1,56%	2,21%	1,06%	20,29%	28,19%	0,00%	0,00%	28,19%	18,62%
CONTROLMSAP01	1	10	2,6	26	0,343	0,114	2,974	131,923	121,087	116,004	13,400	0,000	865,70%	40,71
CONTROLMSAP02	2	10,1	2,6	26,26	0,318	0,108	2,808	121,097	98,727	141,992	13,400	0,000	1059,64%	35,16
CONTROLMSAP03	3	10,1	2,6	26,26	0,324	0,113	2,943	123,382	111,636	101,017	13,400	0,000	753,86%	37,93
CONTROLMSAP04	4	10,1	2,6	26,26	0,327	0,116	3,021	124,524	116,827	130,730	13,400	0,000	975,60%	38,67
CONTROLMSAP05	5	10	2,7	27	0,329	0,107	2,889	121,852	110,823	110,763	13,400	0,000	826,59%	38,36
CONTROLMSAP06	6	10	2,65	26,5	0,318	0,119	3,146	120,000	116,417	116,134	13,400	0,000	866,67%	37,01
CONTROLMSAP07	7	10	2,6	26	0,321	0,116	3,016	123,462	118,875	118,732	13,400	0,000	886,06%	39,41
CONTROLMSAP08	8	10,1	2,5	25,25	0,305	0,110	2,740	120,792	108,225	112,019	13,400	0,000	835,96%	39,50
CONTROLMSAP09	9	10,1	2,6	26,26	0,315	0,112	2,907	119,954	114,014	105,608	13,400	0,000	788,12%	39,22
CONTROLMSAP10	10	10	2,6	26	0,305	0,109	2,839	117,308	108,758	111,369	13,400	0,000	831,11%	38,31
Media		10,050	2,605	26,179	0,321	0,112	2,928	122,582	114,074	113,597	13,400	0,000	847,74%	38,79
Desv Estándar		0,053	0,050	0,443	0,011	0,004	0,118	3,938	4,532	8,439	0,000	0,000	62,98%	1,07
Coef. de variación		0,52%	1,91%	1,69%	3,54%	3,49%	4,04%	3,21%	3,97%	7,43%	0,00%	0,00%	7,43%	2,75%

Anexo nº 3: Resultados punción

Resultado comparativo de ensayo de punción entre línea 4 (L4) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase esquina

Se puede ver como los valores de Fuerza obtenidos en la L4 para el proveedor W son más elevados que los obtenidos para el proveedor M siendo estos valores de 1.549 frente a 930 gramos-fuerza respectivamente. El coeficiente de variación de la fuerza está dentro de valores aceptables entre 3,5 y 7,8 % para W y M. Respecto a la distancia de deformación podemos observar como existe una dispersión considerable de los datos debido a las arrugas que presenta el plástico en ambas muestras encontrándose unos porcentajes de variación de 26,1 y 22,1 % para el proveedor W y M.

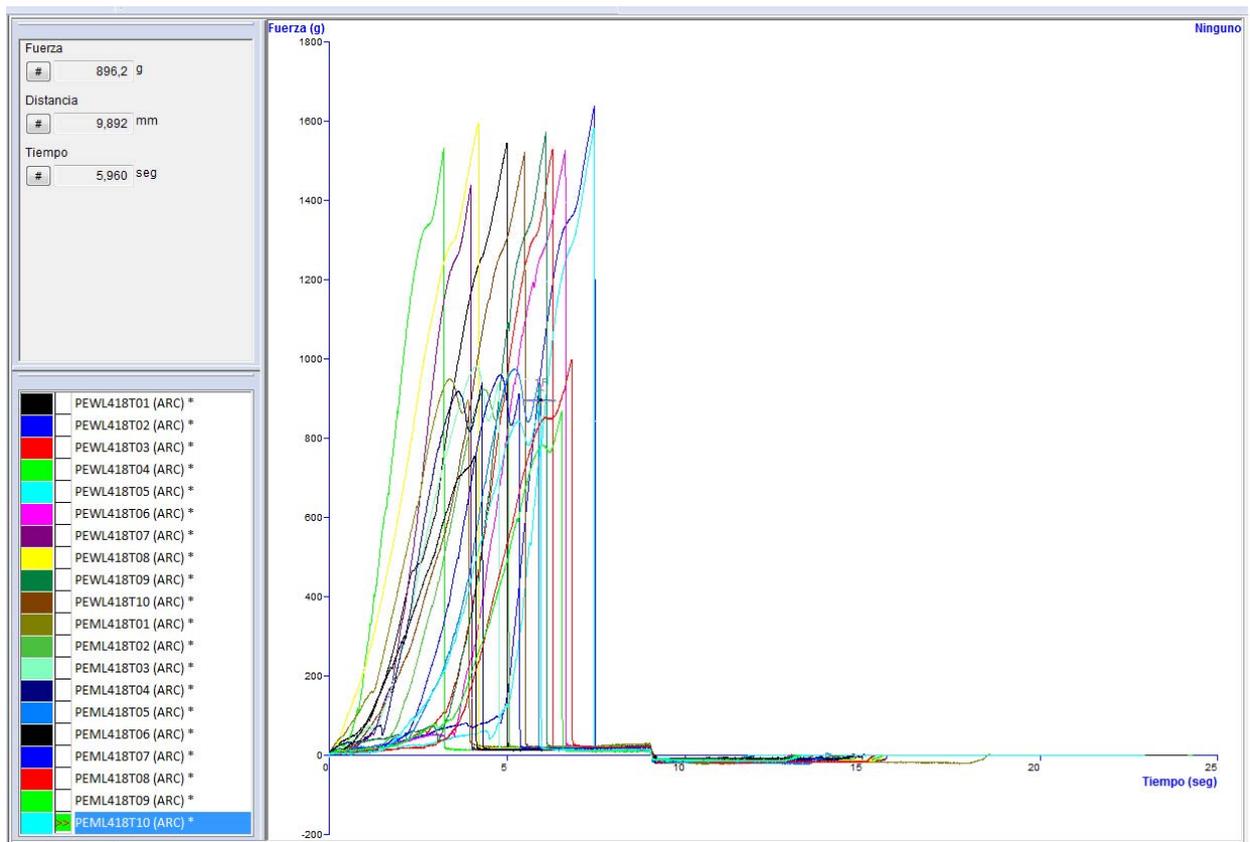


Figura nº 2: Representación gráfica del ensayo de punción para la línea L4 con dos proveedores W y M posición esquina.

Resultado comparativo de ensayo de punción entre línea 6 (L6) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase esquina

Se puede ver como los valores de Fuerza obtenidos en la L6 para el proveedor W son más elevados que los obtenidos para el proveedor M siendo estos valores de 1.469 frente a 899 gramos-fuerza respectivamente. El coeficiente de variación de la fuerza está dentro de valores aceptables entre 6,1 y 4,5 % para W y M. Respecto a la distancia de deformación podemos observar como existe una dispersión considerable de los datos debido a las arrugas que presenta el plástico en ambas muestras encontrándose unos porcentajes de variación de 16,6 y 18,0 % para el proveedor W y M.

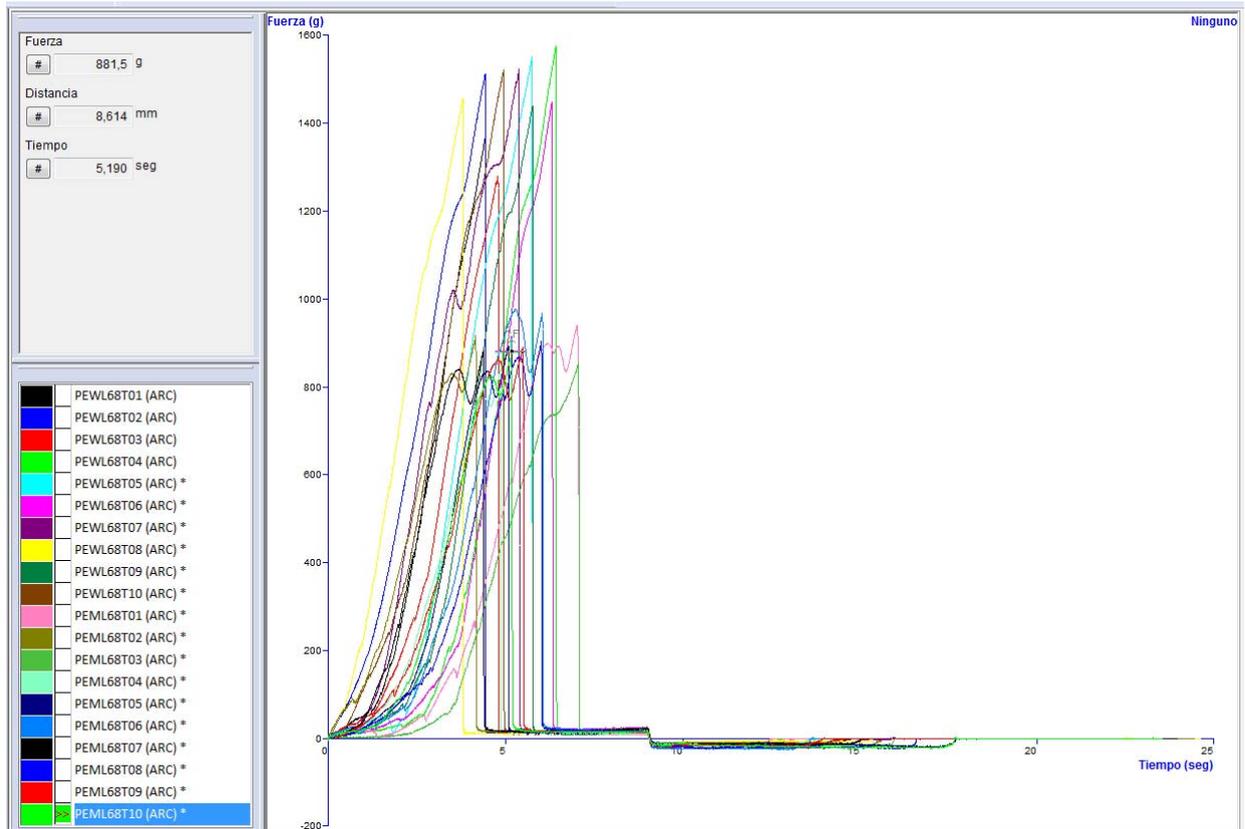


Figura n° 3: Representación gráfica del ensayo de punción para la línea L6 con dos proveedores W y M para posición envase en esquina.

Resultado comparativo de pruebas punción entre línea 3 (L3) y línea 6 (L6) de 12Tortillas (12T) para el proveedor W en la posición del envase esquina.

Los valores de fuerza obtenidos entre la L3 y L6 son muy similares siendo de 1.460 a 1.451 gramos-fuerza respectivamente, los valores de cada muestra tienen un coeficiente de variabilidad de bastante aceptables situados entre 4,5 al 9,4 %. Se ha producido mucha variación en la distancia de deformación debido a las arrugas que presenta la muestra obteniéndose unos coeficientes de variación de 26,0 al 21,1 % para L3 y L6.

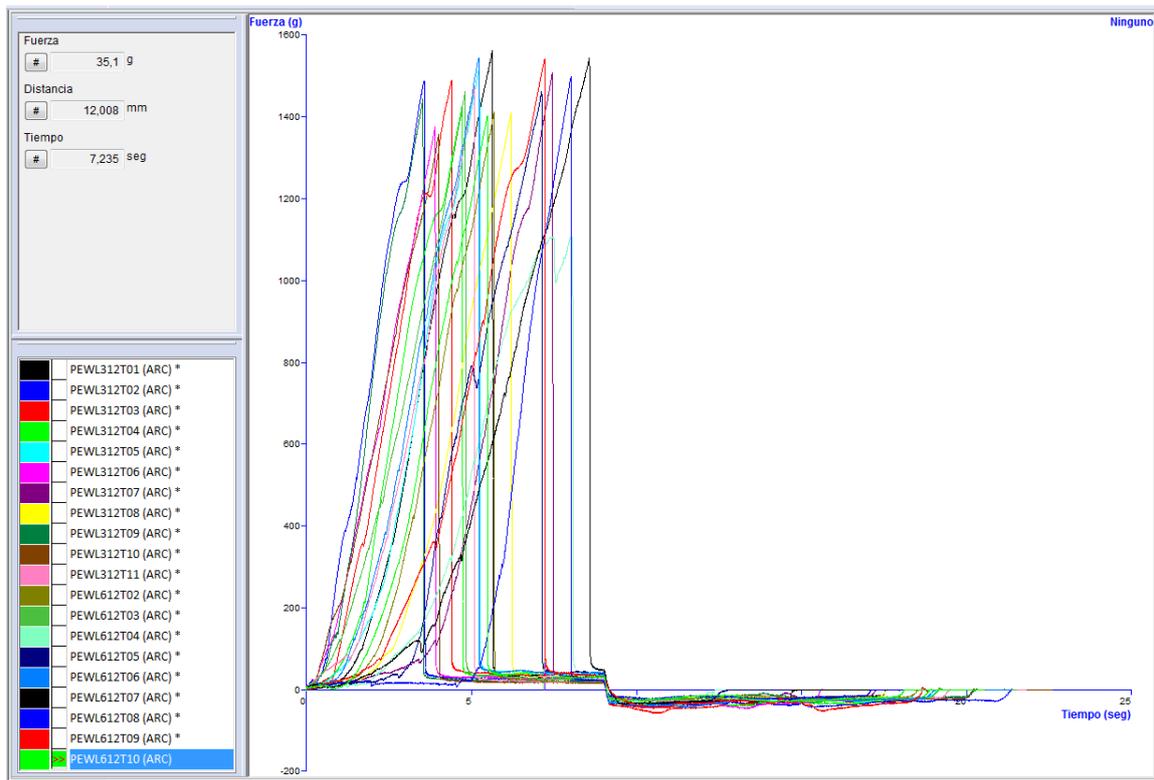


Figura nº 1: Representación gráfica del ensayo de punción para las líneas L3 y L6 posición esquina

Resultado comparativo del ensayo de punción entre línea 4 (L4) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase lado lateral

Se puede ver claramente en el gráfico como las muestras M soportan menos fuerza de punción que W con una media de las 10 muestras medidas de 1.534 gramos-fuerza de W y 1.016 gramos-fuerza de M. El coeficiente de variación de las mediciones de fuerza de punción de M de 14,5 % duplica el de W con 3,5 %.

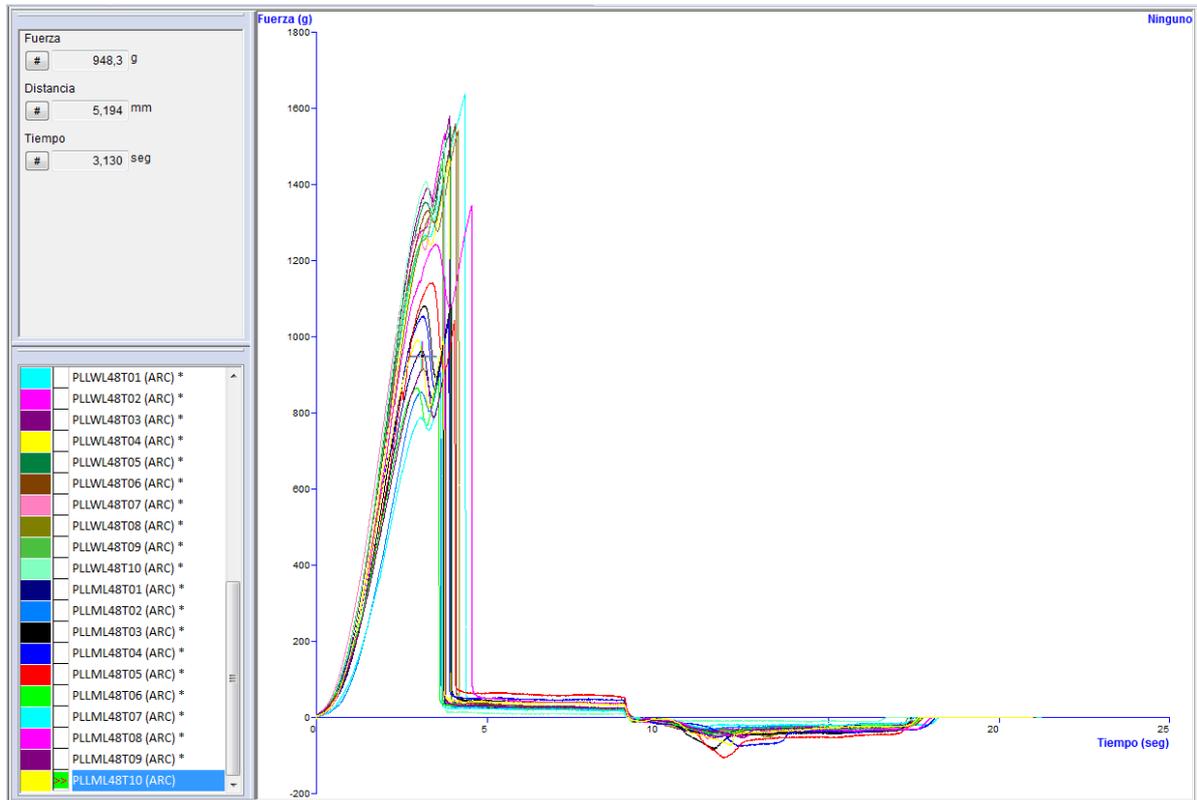


Figura nº 5: Representación gráfica del ensayo de punción para la línea L4 con los dos proveedores en la posición lado lateral

Resultado comparativo del ensayo de punción entre línea 6 (L6) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores M y W en la posición del envase lado lateral

Se puede ver claramente en el gráfico como las muestras M soportan menos fuerza de punción que W con una media de las 10 muestras medidas de 1.456 gramos-fuerza de W y 1.005 gramos-fuerza de M. El coeficiente de variación de las mediciones de fuerza de punción de M de 10,7 % duplica el de W con 4,3 %.

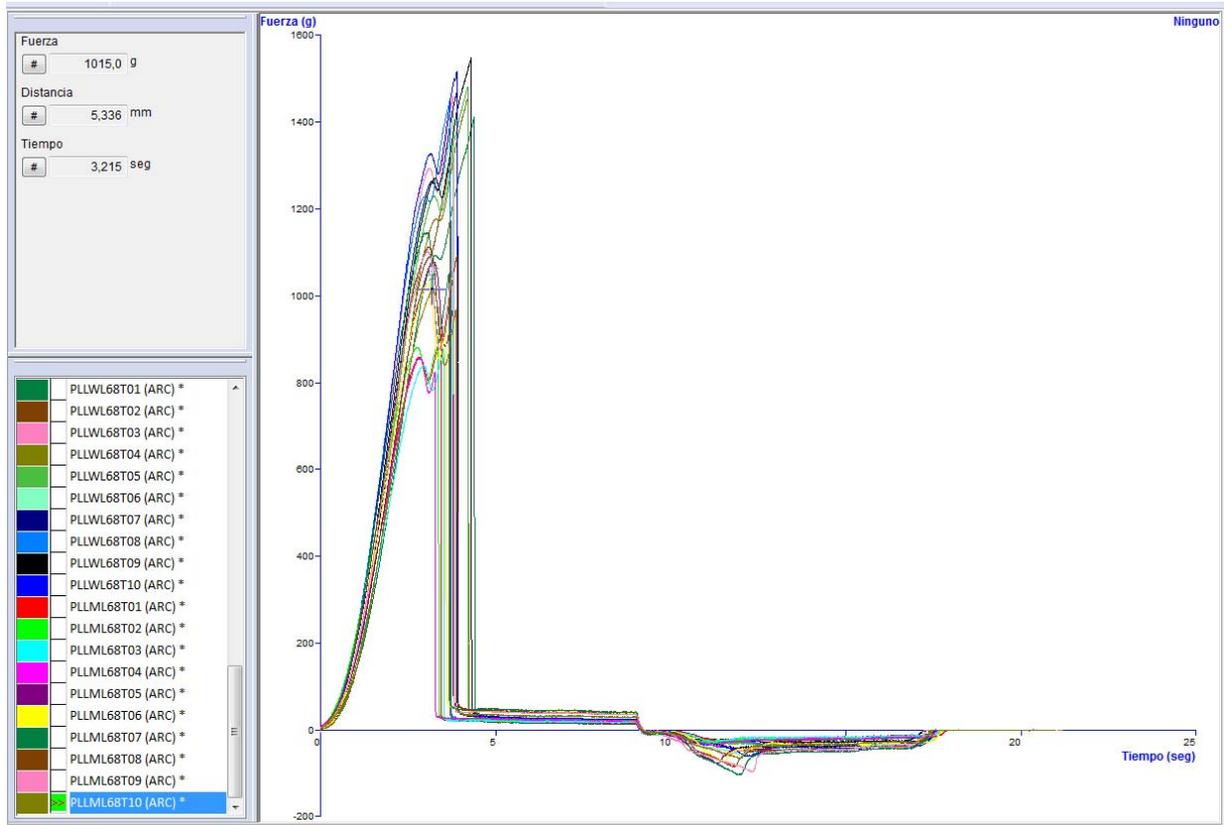


Figura n° 6: Representación gráfica del ensayo de punción para la línea L6 con los dos proveedores en la posición lado lateral.

Resultado comparativo de ensayo de punción para las líneas línea 6 (L6) línea L3 de 12 Tortillas (12T) para los proveedores M y W en la posición de lado lateral

No se aprecian a la vista diferencias significativas entre los resultados obtenidos en las dos líneas obteniéndose para la línea 3 1.504 gramos-fuerza y para la línea 6 1.497 gramos-fuerza. Los coeficientes de variación son de 6,2 % y 4,6 % respectivamente.

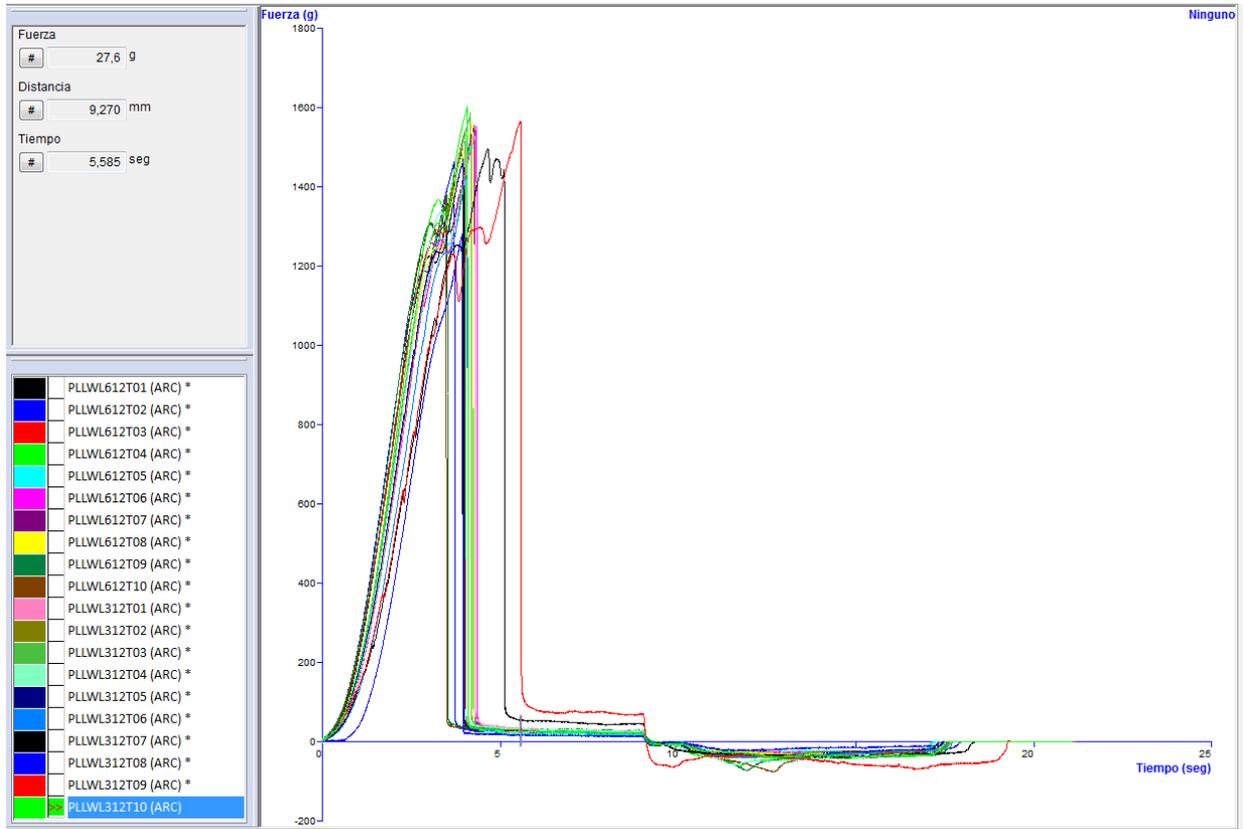


Figura nº 4: Representación gráfica del ensayo de tracción para las líneas L3 y L6 con el proveedor W para la posición lado lateral

Resultado comparativo del ensayo de punción entre las líneas 6 (L6) y línea 3 (L3) de 12 Tortillas (12T) para el proveedor de W en la posición del envase lado inferior.

El rango de valores obtenidos es muy similar siendo la L3 ligeramente menor que la L6, siendo de 1.493 y 1.541 gramos-fuerza respectivamente. El coeficiente variación de las dos muestras de también muy similar de en torno a 2.7%.

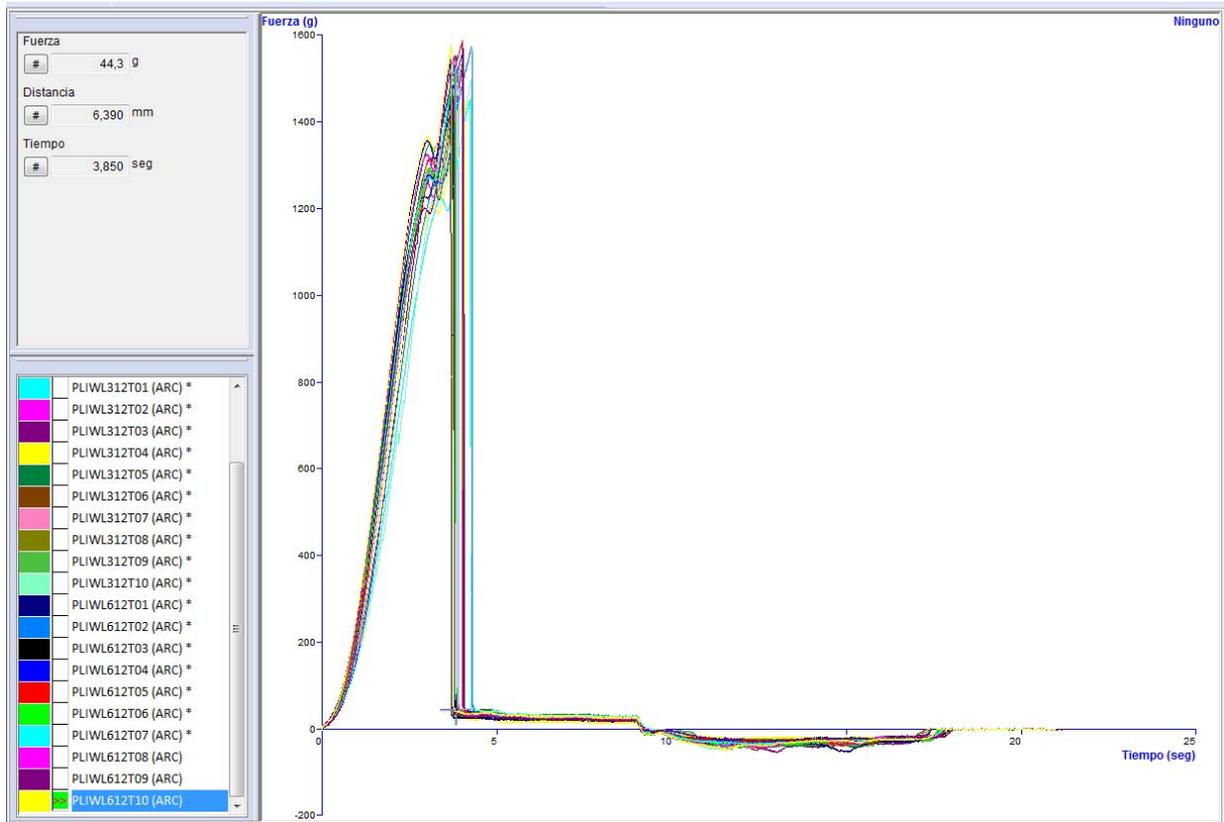


Figura nº 7: Representación gráfica del ensayo de punción para las líneas L3 y L6 con el proveedor W en la posición lado inferior.

Resultado comparativo del ensayo de punción en la línea 6 (L6) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores de W y M en la posición del envase lado inferior.

En la gráfica se puede ver que la fuerza de punción para romper los testigos del proveedor W es mayor que en el proveedor M obteniéndose unos resultados de 1.462 y 1.031 gramos-fuerza respectivamente. Los coeficientes de variación de son aceptables siendo de 4,4 y 6,2 % del proveedor W y M.

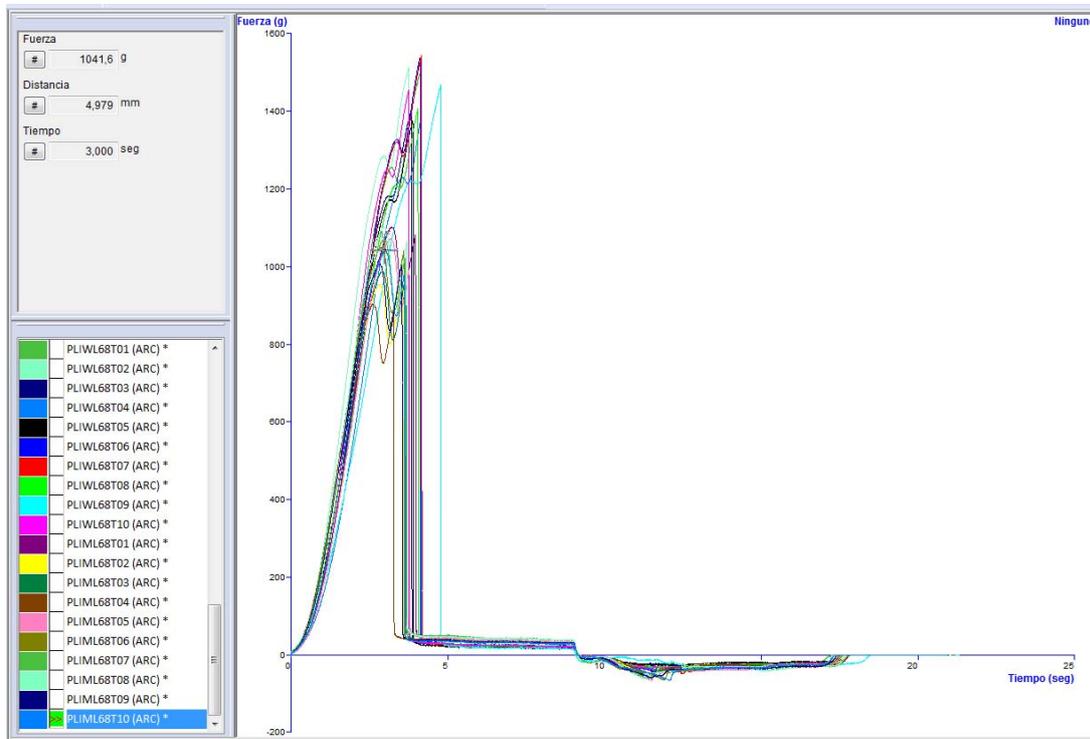


Figura nº 9: Representación gráfica del ensayo de punción para la línea L6 con los proveedores W y M en la posición lado inferior.

Resultado comparativo de los ensayos de punción para las muestras control realizadas en el sentido perpendicular al avance de la línea para los proveedores de W y M.

De los resultados obtenidos se puede ver que la resistencia a punción del proveedor W es de 1.493 gramos-fuerza frente a la resistencia del proveedor M de 1.163 gramos -fuerza. Sin embargo el proveedor M es más homogéneo en sus resultados con un coeficiente de variación de 1,3 % frente a 3,5 % del proveedor W.

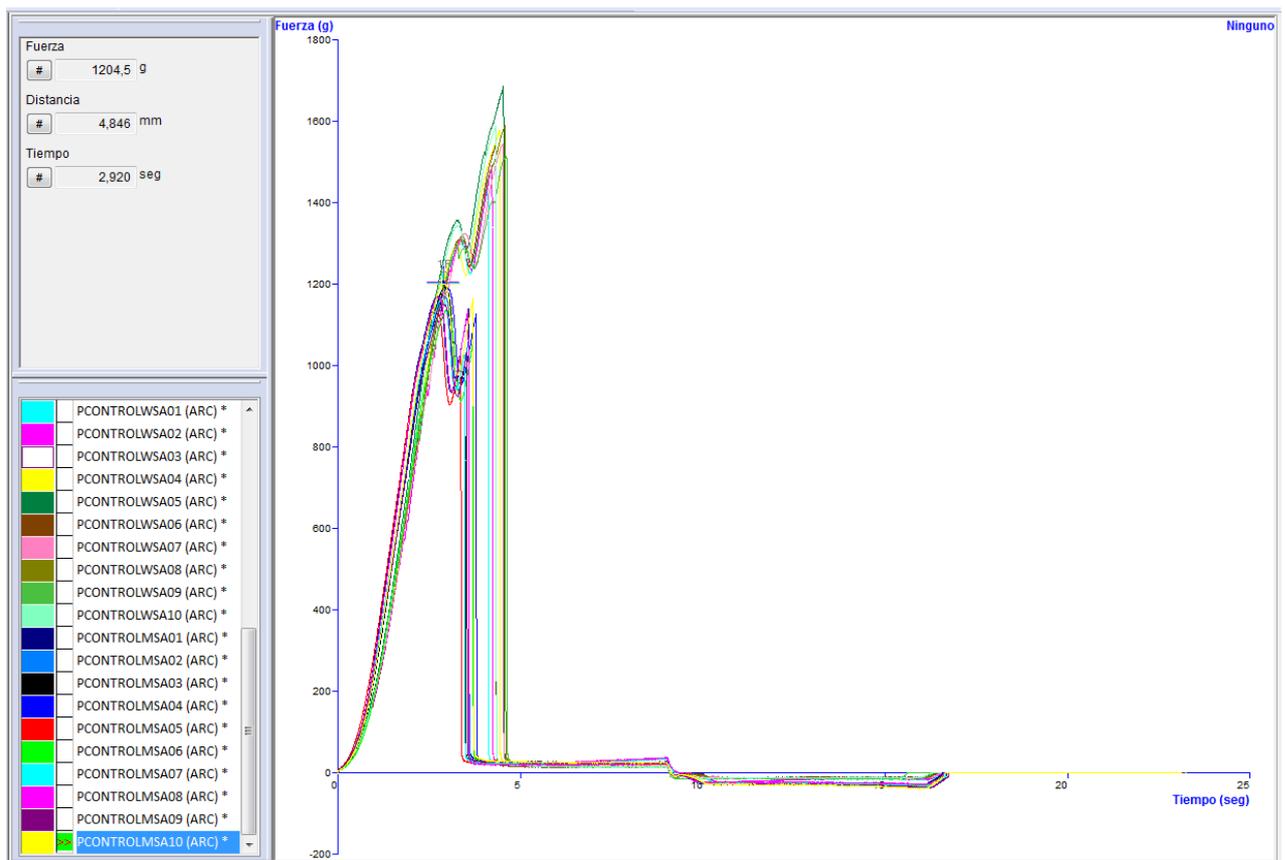


Figura n° 10: Representación gráfica del ensayo de punción para los controles antes de la termo formación para el proveedor W y M en el sentido perpendicular al avance.

Resultado comparativo del ensayo de punción en la línea 4 (L4) de 8 Tortillas (8T) para los proveedores de W y M en la posición del envase lado inferior.

Se puede ver claramente la fuerza necesaria para la rotura de punción es mucho mayor en W con valores de 1.531 gramos-fuerza frente a los 1.046 gramos-fuerza de M. El coeficiente de variación del proveedor W es menor en M, obteniéndose unos valores de 3,4 y 11,2 % respectivamente.

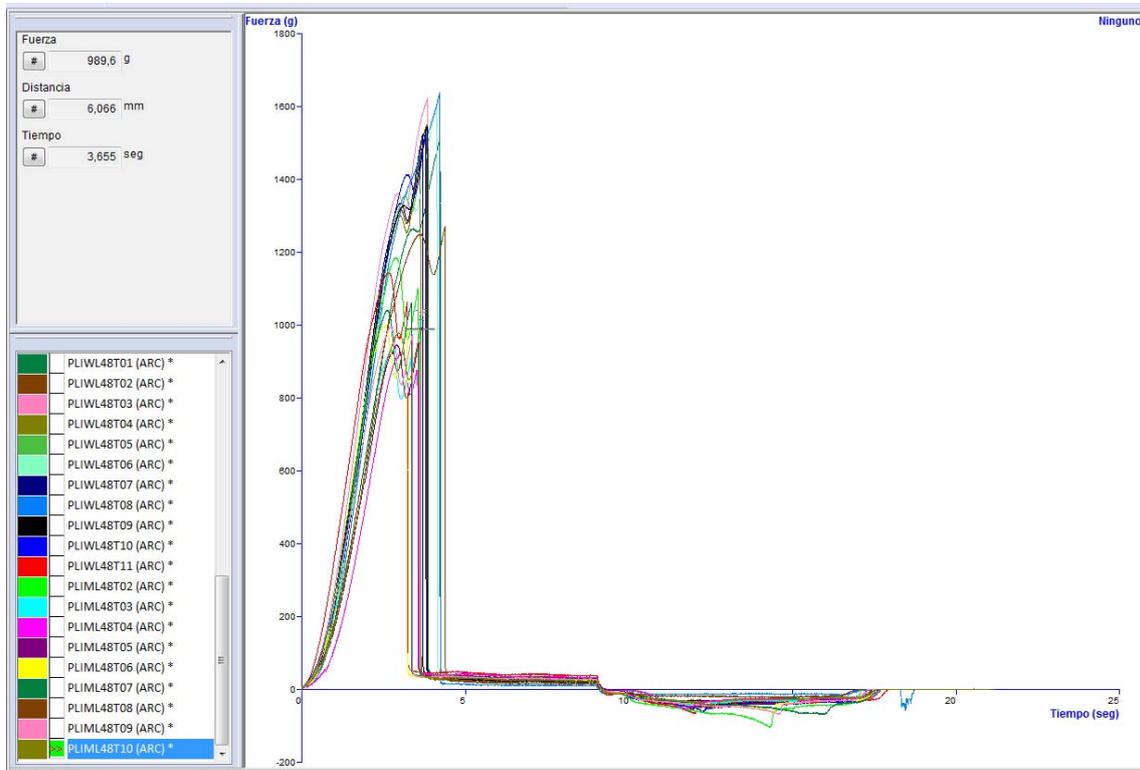


Figura nº 8: Representación gráfica del ensayo de punción para la línea L4 con los proveedores W y M en la posición lado inferior.

Resultado comparativo del ensayo de punción para de las muestras control realizadas en el sentido al avance de la línea para los proveedores de W y M.

De los resultados obtenidos se puede ver que la resistencia a punción del proveedor W es de 1.555 gramos-fuerza frente a la resistencia del proveedor M de 1.169 gramos -fuerza. Sin embargo el proveedor M es más homogéneo en sus resultados con un coeficiente de variación de 2,0 % frente a 4,3 % del proveedor W.

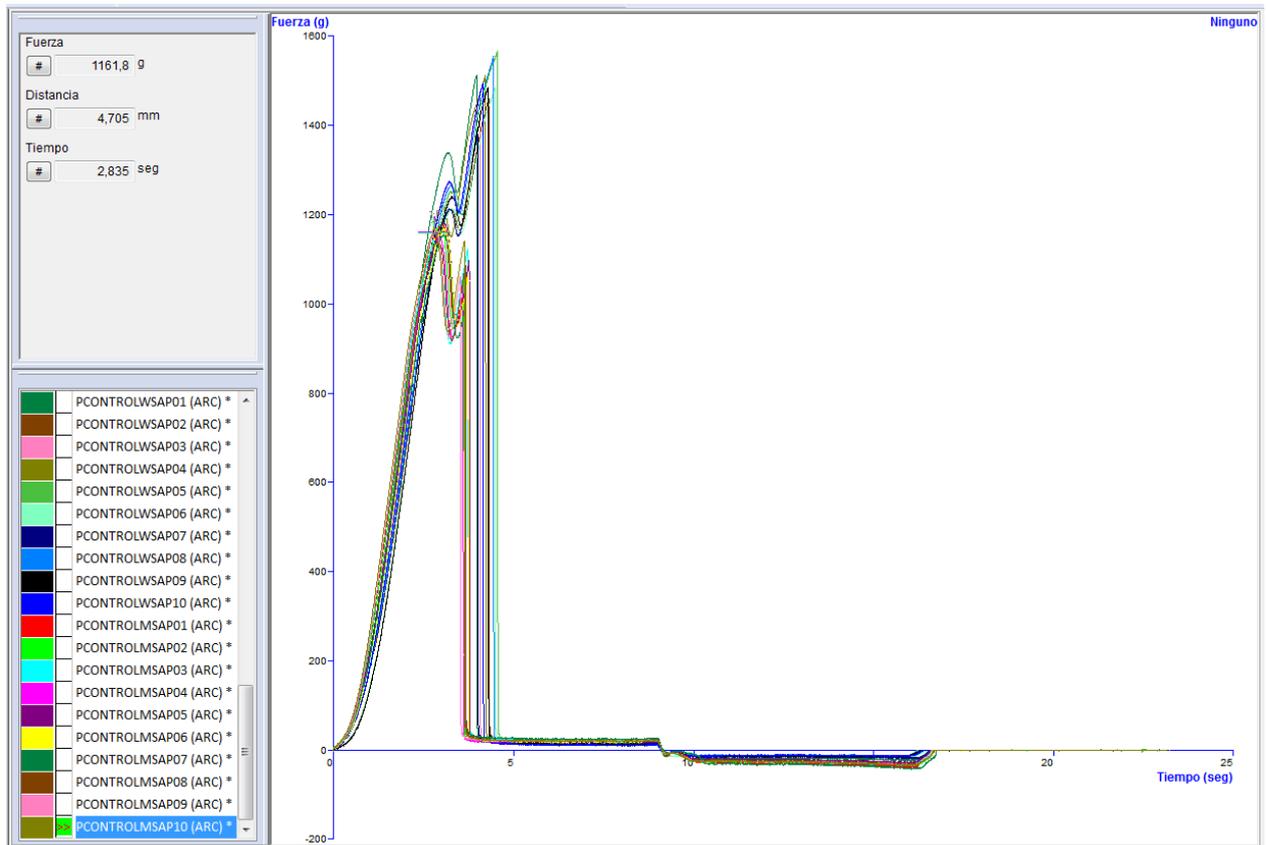


Figura n° 11: Representación gráfica del ensayo de punción para los controles antes de la termo formación para el proveedor W y M en el sentido del avance.

Experimento 1 y 2 (L4 8T)

Probeta	Esquina (E)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PEWL418T01	1	6,250	4,100	25,625	0,201	0,053	0,084	78,439	15,159	8,323	0,46	48,22
PEWL418T02	2	6,200	4,200	26,040	0,201	0,054	0,086	77,189	16,079	12,415	3,05	45,03
PEWL418T03	3	6,400	4,300	27,520	0,214	0,048	0,076	77,762	15,008	10,448	3,24	40,83
PEWL418T04	4	6,200	4,400	27,280	0,227	0,062	0,099	83,211	15,042	5,369	0,80	40,83
PEWL418T05	5	7,000	4,100	28,700	0,247	0,057	0,090	86,063	15,526	12,390	4,73	35,42
PEWL418T06	6	6,400	4,100	26,240	0,251	0,058	0,093	95,655	14,979	11,054	2,92	42,87
PEWL418T07	7	6,500	4,100	26,650	0,194	0,060	0,096	72,795	14,103	6,639	1,43	32,44
PEWL418T08	8	6,300	4,200	26,460	0,214	0,060	0,095	80,877	15,659	6,987	0,41	49,49
PEWL418T09	9	6,800	4,100	27,880	0,213	0,066	0,105	76,399	15,435	10,149	1,36	39,60
PEWL418T10	10	6,900	4,900	33,810	0,222	0,071	0,114	65,661	14,922	9,153	1,29	49,05
Media		6,495	4,250	27,621	0,218	0,026	0,041	79,405	15,191	9,293	1,97	42,38
Desv Estándar		0,299	0,251	2,365	0,019	0,009	0,014	7,995	0,531	2,432	1,43	5,74
Coef. de variación		4,60%	5,90%	8,56%	8,68%	33,54%	33,54%	10,07%	3,49%	26,17%	0,73	13,54%

PEML418T01	1	6,400	3,900	24,960	0,215	0,082	0,131	86,138	9,326	5,684	0,30	29,73
PEML418T02	2	6,500	3,800	24,700	0,196	0,093	0,149	79,352	9,499	8,390	2,56	29,79
PEML418T03	3	6,400	4,000	25,600	0,208	0,087	0,139	81,250	9,636	6,863	0,94	34,68
PEML418T04	4	6,200	3,900	24,180	0,196	0,106	0,170	81,059	9,223	7,170	0,66	28,53
PEML418T05	5	6,000	3,800	22,800	0,177	0,059	0,094	77,632	9,577	8,705	2,96	32,07
PEML418T06	6	6,200	3,800	23,560	0,168	0,064	0,102	71,307	7,417	6,813	1,04	21,78
PEML418T07	7	6,400	3,600	23,040	0,186	0,089	0,142	80,729	9,424	8,033	2,71	28,96
PEML418T08	8	6,500	4,000	26,000	0,176	0,054	0,086	67,692	9,801	11,344	5,05	30,55
PEML418T09	9	6,300	3,700	23,310	0,172	0,074	0,118	73,788	8,517	10,888	3,29	26,16
PEML418T10	10	6,400	3,700	23,680	0,165	0,064	0,102	69,679	8,789	9,892	2,86	29,56
Media		6,330	3,820	24,183	0,186	0,077	0,124	76,863	9,121	8,378	2,24	29,18
Desv Estándar		0,157	0,132	1,096	0,017	0,017	0,027	5,969	0,715	1,858	1,48	3,43
Coef. de variación		2,48%	3,45%	4,53%	9,26%	21,87%	21,87%	7,77%	7,84%	22,18%	0,66	11,74%

Probeta	Lado lateral	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PLLWL48T01	1	6,000	3,600	21,600	0,168	0,067	0,106	77,778	16,068	7,253	1,19	55,71
PLLWL48T02	2	6,100	3,700	22,570	0,192	0,070	0,112	85,069	15,056	6,257	0,99	40,44
PLLWL48T03	3	6,100	3,700	22,570	0,208	0,071	0,114	92,158	15,500	6,497	1,20	46,18
PLLWL48T04	4	6,100	3,700	22,570	0,193	0,068	0,108	85,512	14,418	6,506	1,07	42,89
PLLWL48T05	5	6,100	3,700	22,570	0,185	0,073	0,116	81,967	15,242	6,539	1,11	46,47
PLLWL48T06	6	6,100	3,600	21,960	0,185	0,071	0,114	84,244	15,305	6,805	1,27	49,31
PLLWL48T07	7	6,100	3,700	22,570	0,192	0,072	0,116	85,069	14,455	6,19	0,57	42,43
PLLWL48T08	8	6,100	3,600	21,960	0,195	0,081	0,129	88,798	15,132	6,937	0,57	46,67
PLLWL48T09	9	6,100	3,600	21,960	0,195	0,084	0,135	88,798	14,418	6,157	0,58	39,98
PLLWL48T10	10	6,200	3,700	22,940	0,217	0,072	0,115	94,595	14,862	6,273	0,62	43,59
Media		6,100	3,660	22,327	0,193	0,046	0,073	86,399	15,046	6,541	0,92	45,37
Desv Estándar		0,047	0,052	0,422	0,013	0,010	0,016	4,885	0,531	0,359	0,30	4,68
Coef. de variación		0,77%	1,41%	1,89%	6,83%	22,41%	22,41%	5,65%	3,53%	5,49%	0,32	10,32%

PLML48T01	1	6,000	3,600	21,600	0,195	0,100	0,160	90,278	9,502	6,182	0,70	29,89
PLML48T02	2	6,000	3,600	21,600	0,196	0,117	0,187	90,741	8,892	6,049	1,01	24,26
PLML48T03	3	6,000	3,500	21,000	0,204	0,114	0,182	97,143	10,662	6,58	0,69	36,07
PLML48T04	4	6,100	3,700	22,570	0,197	0,118	0,189	87,284	10,354	5,219	0,66	35,16
PLML48T05	5	6,000	3,700	22,200	0,197	0,092	0,147	88,739	11,216	5,668	0,62	37,92
PLML48T06	6	6,000	3,600	21,600	0,178	0,084	0,134	82,407	8,762	5,983	0,56	26,67
PLML48T07	7	6,100	3,700	22,570	0,157	0,086	0,138	69,561	8,361	6,074	0,95	23,21
PLML48T08	8	6,000	3,600	21,600	0,185	0,098	0,157	85,648	13,195	7,568	0,75	52,45
PLML48T09	9	6,000	3,600	21,600	0,185	0,067	0,107	85,648	8,996	5,194	0,59	29,18
PLML48T10	10	6,100	3,600	21,960	0,185	0,119	0,190	84,244	9,778	6,224	0,70	31,78
Media		6,030	3,620	21,830	0,188	0,100	0,159	86,169	9,972	6,074	0,72	32,66
Desv Estándar		0,048	0,063	0,495	0,013	0,018	0,028	7,151	1,453	0,683	0,15	8,52
Coef. de variación		0,80%	1,75%	2,27%	7,14%	17,65%	17,65%	8,30%	14,57%	11,25%	0,20	26,09%

Probeta	Lado inferior	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PLIWL48T01	1	6,100	3,600	21,960	0,187	0,116	0,186	85,155	14,816	7,037	0,56	48,37
PLIWL48T02	2	6,000	3,800	22,800	0,207	0,075	0,120	90,789	15,196	6,348	0,55	46,14
PLIWL48T03	3	6,000	3,700	22,200	0,181	0,081	0,129	81,532	15,922	6,398	0,46	50,51
PLIWL48T04	4	6,100	3,700	22,570	0,176	0,074	0,118	77,980	14,371	6,033	0,46	41,46
PLIWL48T05	5	6,100	3,700	22,570	0,185	0,075	0,120	81,967	15,208	6,423	0,41	46,79
PLIWL48T06	6	6,050	3,750	22,688	0,200	0,078	0,125	88,154	15,743	6,888	0,46	52,07
PLIWL48T07	7	6,000	3,700	22,200	0,196	0,076	0,122	88,288	14,954	6,157	0,44	44,24
PLIWL48T08	8	6,200	3,750	23,250	0,186	0,109	0,174	80,000	16,077	7,012	0,75	54,76
PLIWL48T09	9	6,200	3,800	23,560	0,192	0,072	0,115	81,494	15,147	6,381	0,53	46,31
PLIWL48T10	10	6,900	4,900	33,810	0,222	0,077	0,124	65,661	15,018	6,315	0,48	45,56
Media		6,165	3,840	23,761	0,193	0,042	0,068	82,102	15,245	6,499	0,51	47,62
Desv Estándar		0,269	0,377	3,564	0,014	0,005	0,008	7,088	0,527	0,353	0,10	3,92
Coef. de variación		4,36%	9,82%	15,00%	7,07%	12,43%	12,43%	8,63%	3,45%	5,44%	19,07%	8,22%

PLIML48T01	1	6,100	3,500	21,350	0,195	0,090	0,144	91,335	11,241	4,423	0,38	34,05
PLIML48T02	2	6,200	3,800	23,560	0,199	0,092	0,147	84,465	11,629	4,796	0,53	35,65
PLIML48T03	3	6,200	3,600	22,320	0,192	0,080	0,128	86,022	9,140	4,58	0,48	26,47
PLIML48T04	4	6,200	3,600	22,320	0,188	0,099	0,158	84,229	9,111	5,103	0,84	25,57
PLIML48T05	5	6,000	3,700	22,200	0,197	0,090	0,1584	88,739	9,347	5,966	0,57	28,81
PLIML48T06	6	6,000	3,500	21,000	0,190	0,090	0,144	90,476	9,810	5,36	0,66	28,43
PLIML48T07	7	6,200	3,200	19,840	0,191	0,075	0,120	96,270	10,416	5,576	0,45	31,32
PLIML48T08	8	6,100	3,600	21,960	0,192	0,079	0,126	87,432	12,477	7,294	0,52	49,75
PLIML48T09	9	6,200	3,600	22,320	0,184	0,094	0,150	82,437	9,759	4,522	0,49	29,61
PLIML48T10	10	6,000	3,600	21,600	0,180	0,082	0,132	83,333	9,705	6,066	0,56	30,70
Media		6,120	3,570	21,847	0,191	0,177	0,283	87,474	10,263	5,369	0,57	31,81
Desv Estándar		0,092	0,157	0,989	0,006	0,286	0,457	4,309	1,152	0,896	0,12	7,34
Coef. de variación		1,50%	4,39%	4,53%	3,01%	161,30%	161,30%	4,93%	11,22%	16,69%	20,91%	23,06%

Experimento 3 y 4 (L6 8T)

Probeta	Esquina (E)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PEWL68T01	1	6,150	3,900	23,985	0,203	0,017	0,027	84,636	13,409	7,377	0,95	34,17
PEWL68T02	2	6,350	4,000	25,400	0,221	0,030	0,048	87,008	14,854	7,386	0,34	47,14
PEWL68T03	3	6,700	4,200	28,140	0,198	0,022	0,035	70,362	12,567	7,983	0,90	33,27
PEWL68T04	4	6,700	4,500	30,150	0,237	0,045	0,072	78,607	15,466	10,697	3,16	44,30
PEWL68T05	5	6,400	4,900	31,360	0,218	0,027	0,043	69,515	15,228	9,577	1,53	47,55
PEWL68T06	6	6,400	4,900	31,360	0,221	0,033	0,053	70,472	14,230	10,514	2,56	40,05
PEWL68T07	7	6,300	4,000	25,200	0,205	0,043	0,069	81,349	14,962	8,971	1,47	57,62
PEWL68T08	8	6,800	4,000	27,200	0,215	0,027	0,043	79,044	14,295	6,340	0,33	41,97
PEWL68T09	9	6,700	4,400	29,480	0,253	0,031	0,050	85,821	14,142	9,602	2,11	41,10
PEWL68T10	10	6,400	4,400	28,160	0,222	0,019	0,019	78,835	14,930	8,240	0,51	48,30
Media		6,490	4,320	28,044	0,219	0,029	0,046	78,565	14,408	8,669	1,39	43,55
Desv Estándar		0,217	0,368	2,599	0,016	0,010	0,017	6,528	0,886	1,441	0,97	7,18
Coef. de variación		3,34%	8,51%	9,27%	7,46%	36,33%	36,33%	8,31%	6,15%	16,63%	0,70	16,49%

PEML68T01	1	6,400	4,000	25,600	0,205	0,040	0,064	80,078	9,240	11,676	3,71	35,49
PEML68T02	2	6,300	3,900	24,570	0,197	0,021	0,034	80,179	9,009	6,946	0,05	29,57
PEML68T03	3	6,400	3,900	24,960	0,192	0,007	0,011	76,923	8,394	11,751	4,63	29,69
PEML68T04	4	6,700	3,800	25,460	0,193	0,039	0,062	75,805	8,217	8,083	1,41	29,79
PEML68T05	5	6,800	3,900	26,520	0,193	0,017	0,027	72,775	8,768	8,464	1,82	26,26
PEML68T06	6	6,600	3,900	25,740	0,223	0,042	0,067	86,636	9,594	8,830	2,09	36,18
PEML68T07	7	6,600	3,800	25,080	0,192	0,034	0,054	76,555	8,677	7,294	1,39	27,70
PEML68T08	8	6,600	3,700	24,420	0,192	0,043	0,069	78,624	8,759	9,153	1,85	31,77
PEML68T09	9	6,300	3,900	24,570	0,205	0,018	0,029	83,435	8,874	10,017	1,56	32,46
PEML68T10	10	6,400	4,400	28,160	0,225	0,027	0,043	79,901	8,645	8,614	2,31	27,31
Media		6,510	3,920	25,508	0,202	0,029	0,046	79,091	8,818	9,083	2,08	30,62
Desv Estándar		0,173	0,187	1,133	0,013	0,020	0,030	3,953	0,397	1,638	1,28	3,34
Coef. de variación		2,66%	4,78%	4,44%	6,35%	43,77%	43,77%	5,00%	4,50%	18,04%	0,61	10,91%

Probeta	Lado lateral	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PLLWL68T01	1	6,050	3,600	21,780	0,193	0,011	0,018	88,613	13,858	7,303	0,72	45,88
PLLWL68T02	2	6,300	3,700	23,310	0,215	0,015	0,024	92,235	12,970	6,157	0,82	33,43
PLLWL68T03	3	6,200	3,700	22,940	0,205	0,051	0,082	89,364	14,333	6,307	0,57	42,49
PLLWL68T04	4	6,150	3,700	22,755	0,191	0,025	0,040	83,938	14,345	7,02	0,81	45,18
PLLWL68T05	5	6,100	3,600	21,960	0,206	0,047	0,075	93,807	14,546	6,995	0,70	47,72
PLLWL68T06	6	6,100	3,600	21,960	0,194	0,020	0,032	88,342	13,869	6,34	0,66	40,15
PLLWL68T07	7	6,100	3,600	21,960	0,193	0,039	0,062	87,887	14,457	6,506	0,55	39,05
PLLWL68T08	8	6,300	3,600	22,680	0,192	0,026	0,042	84,656	14,300	6,182	0,50	41,44
PLLWL68T09	9	6,300	3,600	22,680	0,192	0,025	0,040	84,656	15,199	7,153	0,62	51,79
PLLWL68T10	10	6,100	3,600	21,960	0,211	0,046	0,074	96,084	14,901	6,481	0,63	45,88
Media		6,170	3,630	22,399	0,199	0,031	0,049	88,958	14,278	6,644	0,66	43,30
Desv Estándar		0,098	0,048	0,533	0,009	0,014	0,023	4,070	0,615	0,429	0,11	5,14
Coef. de variación		1,58%	1,33%	2,38%	4,56%	46,58%	46,58%	4,57%	4,31%	6,46%	0,16	11,88%

PLML68T01	1	6,150	3,700	22,755	0,195	0,023	0,037	85,695	8,941	5,726	0,81	25,45
PLML68T02	2	6,100	3,900	23,790	0,168	0,041	0,066	70,618	8,900	5,601	0,93	26,51
PLML68T03	3	6,200	3,600	22,320	0,170	0,006	0,010	76,165	8,629	5,858	0,81	25,03
PLML68T04	4	6,200	3,600	22,320	0,161	0,012	0,019	72,133	8,414	4,705	0,99	22,88
PLML68T05	5	6,100	3,500	21,350	0,190	0,057	0,091	88,993	10,601	5,336	1,72	33,14
PLML68T06	6	6,100	3,700	22,570	0,208	0,052	0,083	92,158	10,095	5,128	1,74	30,22
PLML68T07	7	6,100	3,600	21,960	0,225	0,066	0,106	102,459	11,259	5,07	1,79	35,60
PLML68T08	8	6,300	3,500	22,050	0,211	0,069	0,110	95,692	10,927	5,111	1,62	37,94
PLML68T09	9	6,300	3,500	22,050	0,211	0,058	0,093	95,692	10,829	5,07	1,58	35,32
PLML68T10	10	6,100	3,700	22,570	0,171	0,018	0,029	75,764	9,954	5,336	1,30	32,49
Media		6,165	3,630	22,374	0,191	0,040	0,064	85,537	9,855	5,294	1,33	30,46
Desv Estándar		0,082	0,125	0,638	0,022	0,024	0,038	11,225	1,055	0,351	0,41	5,22
Coef. de variación		1,33%	3,45%	2,85%	11,75%	58,56%	58,56%	13,12%	10,71%	6,64%	0,31	17,13%

Probeta	Lado inferior	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PLIWL68T01	1	6,050	3,600	21,780	0,185	0,074	0,118	84,940	14,816	6,921	0,59	49,52
PLIWL68T02	2	6,200	3,600	22,320	0,196	0,052	0,083	87,814	14,863	6,257	0,44	45,65
PLIWL68T03	3	6,250	3,500	21,875	0,212	0,057	0,091	96,914	13,830	6,398	0,49	39,75
PLIWL68T04	4	6,100	3,600	21,960	0,198	0,036	0,058	90,164	13,596	6,904	0,61	42,78
PLIWL68T05	5	6,100	3,600	21,960	0,206	0,040	0,064	93,807	15,092	6,846	0,56	41,26
PLIWL68T06	6	6,100	3,600	21,960	0,208	0,036	0,058	94,718	13,504	6,473	0,57	48,26
PLIWL68T07	7	6,100	3,700	22,570	0,205	0,046	0,074	90,829	15,157	6,929	0,56	48,81
PLIWL68T08	8	6,000	3,700	22,200	0,193	0,032	0,051	86,937	13,827	6,746	0,59	43,56
PLIWL68T09	9	6,100	3,600	21,960	0,204	0,034	0,054	92,896	14,414	7,95	0,46	54,62
PLIWL68T10	10	6,100	3,700	22,570	0,209	0,029	0,046	92,601	14,281	6,248	0,65	41,29
Media		6,110	3,620	22,116	0,202	0,044	0,070	91,162	14,338	6,767	0,55	45,55
Desv Estándar		0,070	0,063	0,285	0,008	0,014	0,022	3,752	0,625	0,497	0,07	4,69
Coef. de variación		1,14%	1,75%	1,29%	4,16%	31,97%	31,97%	4,12%	4,36%	7,35%	12,37%	10,30%

PLIML68T01	1	6,100	3,600	21,960	0,204	0,048	0,077	92,896	10,835	5,344	0,58	38,43
PLIML68T02	2	6,000	3,700	22,200	0,194	0,034	0,054	87,387	9,695	4,846	0,57	30,43
PLIML68T03	3	6,100	3,600	21,960	0,205	0,038	0,061	93,352	9,448	5,941	0,58	31,87
PLIML68T04	4	6,200	3,700	22,940	0,194	0,038	0,061	84,568	8,883	4,364	0,47	26,51
PLIML68T05	5	6,100	3,500	21,350	0,190	0,044	0,070	88,993	10,530	5,294	0,64	33,97
PLIML68T06	6	6,000	3,700	22,200	0,190	0,038	0,061	85,586	10,308	4,788	0,51	34,06
PLIML68T07	7	6,100	3,600	21,960	0,205	0,054	0,086	93,352	10,511	4,929	0,44	34,67
PLIML68T08	8	6,100	3,700	22,570	0,203	0,059	0,094	89,942	10,824	4,929	0,56	36,22
PLIML68T09	9	6,150	3,700	22,755	0,200	0,052	0,083	87,893	9,893	4,696	0,51	31,84
PLIML68T10	10	6,100	3,700	22,570	0,197	0,049	0,078	87,284	10,215	4,979	0,57	32,21
Media		6,095	3,650	22,247	0,198	0,045	0,073	89,125	10,114	5,011	0,54	33,02
Desv Estándar		0,060	0,071	0,472	0,006	0,008	0,013	3,195	0,631	0,430	0,06	3,28
Coef. de variación		0,98%	1,94%	2,12%	3,03%	18,26%	18,26%	3,58%	6,24%	8,58%	11,09%	9,93%

Experimento 5 y 6 (L3 -L6 12T W)

Probeta	Esquina (E)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PEWL312T0	1	6,300	3,900	24,570	0,199	0,013	0,021	80,993	15,341	9,394	1,89	53,26
PEWL312T0	2	6,600	4,000	26,400	0,217	0,039	0,062	82,197	14,606	5,975	0,66	40,57
PEWL312T0	3	6,200	4,000	24,800	0,206	0,036	0,058	83,065	14,615	7,327	1,36	44,62
PEWL312T0	4	6,300	4,200	26,460	0,207	0,021	0,034	78,231	14,028	7,875	1,23	44,45
PEWL312T0	5	6,400	4,000	25,600	0,206	0,019	0,030	80,469	14,961	8,738	1,23	46,04
PEWL312T0	6	6,200	4,300	26,660	0,219	0,010	0,016	82,146	13,498	6,506	0,52	37,83
PEWL312T0	7	6,200	4,400	27,280	0,207	0,018	0,029	75,880	14,803	12,407	2,99	46,46
PEWL312T0	8	6,300	3,900	24,570	0,170	0,014	0,022	69,190	13,842	10,332	2,85	41,05
PEWL312T0	9	6,000	4,200	25,200	0,206	0,013	0,021	81,746	14,169	5,900	0,64	36,40
PEWL312T1	10	6,100	4,400	26,840	0,206	0,028	0,045	76,751	13,336	6,688	0,56	39,78
Media		6,260	4,130	25,838	0,204	0,021	0,034	79,067	14,320	8,114	1,39	43,05
Desv Estándar		0,165	0,195	1,012	0,013	0,010	0,016	4,241	0,653	2,112	0,92	4,96
Coef. de variación		2,63%	4,71%	3,92%	6,54%	47,63%	47,63%	5,36%	4,56%	26,03%	0,66	11,53%

PEWL612T0	1	6,500	4,500	29,250	0,222	0,021	0,034	75,897	14,479	8,473	0,56	44,14
PEWL612T0	2	6,600	4,100	27,060	0,211	0,043	0,069	77,975	13,869	9,469	2,34	41,88
PEWL612T0	3	6,500	4,400	28,600	0,209	0,038	0,061	73,077	14,371	8,025	0,66	45,60
PEWL612T0	4	6,700	4,500	30,150	0,214	0,066	0,106	70,978	10,880	12,423	3,39	55,62
PEWL612T0	5	6,400	4,300	27,520	0,186	0,066	0,106	67,587	14,354	11,859	3,99	50,76
PEWL612T0	6	6,400	3,900	24,960	0,179	0,018	0,029	71,715	15,151	8,697	1,58	49,06
PEWL612T0	7	6,600	4,400	29,040	0,207	0,020	0,032	71,281	15,152	14,266	1,58	65,57
PEWL612T0	8	7,100	3,900	27,690	0,198	0,013	0,021	71,506	14,725	13,336	8,40	34,37
PEWL612T0	9	6,800	4,500	30,600	0,253	0,032	0,051	82,680	15,136	12,008	2,13	59,22
Media		6,622	4,278	28,319	0,209	0,035	0,056	73,633	14,235	10,951	2,73	49,58
Desv Estándar		0,222	0,249	1,729	0,021	0,020	0,032	4,520	1,333	2,312	2,41	9,51
Coef. de variación		3,36%	5,82%	6,11%	10,28%	56,76%	56,76%	6,14%	9,36%	21,11%	0,88	19,17%

Probeta	Lado lateral	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PLLWL312TC	1	6,100	3,700	22,570	0,193	0,041	0,066	85,512	14,672	6,564	0,66	49,33
PLLWL312TC	2	6,100	3,700	22,570	0,193	0,031	0,050	85,512	14,354	6,182	1,13	46,39
PLLWL312TC	3	6,100	3,700	22,570	0,194	0,047	0,075	85,955	14,878	6,68	0,60	50,58
PLLWL312TC	4	6,100	3,400	20,740	0,200	0,032	0,051	96,432	14,993	7,029	0,60	46,48
PLLWL312TC	5	6,100	3,700	22,570	0,206	0,033	0,053	91,272	15,064	7,137	0,61	43,10
PLLWL312TC	6	6,150	3,600	22,140	0,188	0,035	0,056	84,914	15,236	7,228	0,80	41,20
PLLWL312TC	7	6,050	3,650	22,083	0,200	0,055	0,088	90,569	15,257	7,12	0,73	61,81
PLLWL312TC	8	3,200	3,700	11,840	0,202	0,045	0,072	88,056	15,325	7,012	1,56	30,79
PLLWL312TC	9	3,200	3,700	11,840	0,202	0,047	0,075	88,056	13,553	5,85	0,61	71,40
PLLWL312T1	10	6,100	3,800	23,180	0,211	0,046	0,074	91,027	13,541	5,8	0,63	49,99
Media		5,520	3,665	20,210	0,199	0,041	0,066	88,730	14,687	6,660	0,79	49,11
Desv Estándar		1,223	0,106	4,456	0,007	0,008	0,013	3,626	0,668	0,543	0,31	11,10
Coef. de variación		22,16%	2,88%	22,05%	3,48%	19,65%	19,65%	4,09%	4,55%	8,16%	0,40	22,61%

PLLWL612TC	1	6,000	3,700	22,200	0,188	0,041	0,066	84,685	15,002	7,137	0,52	46,17
PLLWL612TC	2	6,000	3,600	21,600	0,176	0,028	0,045	81,481	15,138	6,688	0,49	42,55
PLLWL612TC	3	6,000	3,500	21,000	0,208	0,033	0,053	99,048	15,568	6,946	0,53	48,06
PLLWL612TC	4	6,200	3,600	22,320	0,200	0,047	0,075	89,606	15,009	6,722	0,61	48,28
PLLWL612TC	5	6,100	3,800	23,180	0,190	0,034	0,054	81,967	14,412	6,614	0,59	50,07
PLLWL612TC	6	6,000	3,700	22,200	0,175	0,008	0,013	78,829	14,096	6,796	0,68	50,74
PLLWL612TC	7	6,000	3,700	22,200	0,192	0,032	0,051	86,486	14,685	7,734	0,68	50,18
PLLWL612TC	8	6,200	3,700	22,940	0,196	0,031	0,050	85,440	12,585	6,547	0,62	50,10
PLLWL612TC	9	6,200	3,700	22,940	0,196	0,038	0,061	85,440	15,354	9,27	0,46	38,35
PLLWL612T1	10	6,100	3,700	22,570	0,193	0,044	0,070	85,512	15,736	6,796	0,55	36,94
Media		6,080	3,670	22,315	0,191	0,034	0,054	85,849	14,758	7,125	0,57	46,14
Desv Estándar		0,092	0,082	0,656	0,010	0,011	0,017	5,517	0,914	0,828	0,08	5,11
Coef. de variación		1,51%	2,24%	2,94%	5,27%	32,27%	32,27%	6,43%	6,19%	11,62%	0,13	11,07%

Probeta	Lado inferior	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PLIWL312T0	1	6,100	3,600	21,960	0,190	0,043	0,069	86,521	14,267	7,07	0,59	47,24
PLIWL312T0	2	6,000	3,700	22,200	0,197	0,044	0,070	88,739	14,914	6,473	0,51	47,19
PLIWL312T0	3	6,300	3,800	23,940	0,201	0,037	0,059	83,960	14,930	6,663	0,66	45,54
PLIWL312T0	4	6,200	3,700	22,940	0,197	0,034	0,054	85,876	14,312	6,755	0,51	46,11
PLIWL312T0	5	6,100	3,700	22,570	0,206	0,039	0,062	91,272	15,240	6,381	0,49	47,04
PLIWL312T0	6	6,100	3,600	21,960	0,191	0,034	0,054	86,976	14,105	6,265	0,53	41,57
PLIWL312T0	7	6,150	3,600	22,140	0,204	0,041	0,066	92,141	14,598	6,481	0,54	44,75
PLIWL312T0	8	6,150	3,800	23,370	0,204	0,042	0,067	87,291	15,134	6,722	0,50	50,16
PLIWL312T0	9	6,100	3,800	23,180	0,201	0,045	0,072	86,713	14,275	6,373	0,54	43,84
PLIWL312T1	10	6,100	3,700	22,570	0,196	0,044	0,070	86,841	14,720	7,103	1,32	47,58
Media		6,130	3,700	22,683	0,199	0,040	0,064	87,633	14,649	6,629	0,62	46,10
Desv Estándar		0,079	0,082	0,664	0,005	0,004	0,007	2,464	0,399	0,289	0,25	2,35
Coef. de variación		1,29%	2,21%	2,93%	2,75%	10,20%	10,20%	2,81%	2,73%	4,36%	40,81%	5,10%

PLIWL612T0	1	6,100	3,800	23,180	0,201	0,034	0,054	86,713	15,157	6,132	0,47	44,90
PLIWL612T0	2	6,000	3,800	22,800	0,179	0,034	0,054	78,509	15,447	7,128	0,52	51,00
PLIWL612T0	3	6,100	3,800	23,180	0,192	0,037	0,059	82,830	14,671	6,199	0,61	42,54
PLIWL612T0	4	6,150	3,700	22,755	0,200	0,038	0,061	87,893	15,404	6,746	0,46	51,25
PLIWL612T0	5	6,100	3,800	23,180	0,190	0,035	0,056	81,967	15,576	6,688	0,55	50,18
PLIWL612T0	6	6,200	3,700	22,940	0,191	0,031	0,050	83,261	14,911	6,356	0,48	45,59
PLIWL612T0	7	6,300	3,800	23,940	0,193	0,049	0,078	80,618	15,013	6,39	0,62	45,30
PLIWL612T0	8	6,100	3,700	22,570	0,193	0,025	0,040	85,512	15,242	6,298	0,47	46,69
PLIWL612T0	9	6,200	3,700	22,940	0,200	0,033	0,053	87,184	14,246	6,282	0,66	42,24
PLIWL612T1	10	6,100	3,700	22,570	0,202	0,036	0,058	89,499	15,502	6,182	0,51	46,17
Media		6,135	3,750	23,006	0,194	0,035	0,056	84,399	15,117	6,440	0,54	46,58
Desv Estándar		0,082	0,053	0,402	0,007	0,006	0,010	3,515	0,419	0,317	0,07	3,25
Coef. de variación		1,33%	1,41%	1,75%	3,61%	17,24%	17,24%	4,17%	2,77%	4,92%	13,26%	6,98%

Experimento control

Probeta	Sentido avance (SA)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm2)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm2)	Gramaje (g/m2)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
CONTROLWSA01	1	5,7	3,6	20,52	0,252	0,112	4,025	122,807	14,30618	6,846	0,555	47,352
CONTROLWSA02	2	5,8	3,6	20,88	0,264	0,114	4,118	126,437	14,62411	7,037	0,538	49,574
CONTROLWSA03	3	5,8	3,5	20,3	0,249	0,110	3,854	122,660	13,29736	8,315	0,588	109,089
CONTROLWSA04	4	5,9	3,6	21,24	0,258	0,110	3,967	121,469	15,48279	7,377	0,580	56,298
CONTROLWSA05	5	5,8	3,7	21,46	0,266	0,116	4,285	123,952	16,55003	7,56	0,547	62,259
CONTROLWSA06	6	5,9	3,6	21,24	0,258	0,109	3,935	121,469	15,13973	7,203	0,588	52,990
CONTROLWSA07	7	5,9	3,55	20,945	0,267	0,111	3,941	127,477	15,16418	7,535	0,538	56,998
CONTROLWSA08	8	6	3,6	21,6	0,265	0,111	3,982	122,685	15,60303	7,626	0,555	59,775
CONTROLWSA09	9	6	3,7	22,2	0,266	0,106	3,933	119,820	14,85101	7,701	0,538	59,611
CONTROLWSA10	10	5,9	3,6	21,24	0,274	0,113	4,050	129,002	15,59081	7,203	0,530	55,403
Media		5,870	3,605	21,163	0,262	0,111	4,009	122,981	15,257	7,343	0,552	55,584
Desv Estándar		0,095	0,060	0,543	0,008	0,003	0,121	2,940	0,619	0,273	0,019	4,613
Coef. de variación		1,62%	1,66%	2,57%	2,89%	2,39%	3,03%	2,39%	4,06%	3,72%	3,41%	8,30%

PCONTROLMSA01	1	6	3,5	21	0,26	0,109	3,815	123,810	11,48421	4,53	0,505	38,315
PCONTROLMSA02	2	6	3,5	21	0,256	0,107	3,756	121,905	11,48828	4,854	0,472	36,691
PCONTROLMSA03	3	6	3,5	21	0,255	0,117	4,106	121,429	11,69888	4,921	0,538	34,993
PCONTROLMSA04	4	6	3,5	21	0,261	0,117	4,099	124,286	11,68529	4,987	0,455	40,631
PCONTROLMSA05	5	6	3,5	21	0,257	0,110	3,854	122,381	11,17171	4,497	0,430	34,063
PCONTROLMSA06	6	6	3,5	21	0,255	0,113	3,952	121,429	11,14929	4,979	0,464	35,057
PCONTROLMSA07	7	6	3,5	21	0,264	0,113	3,938	125,714	11,43326	4,746	0,480	37,608
PCONTROLMSA08	8	6	3,5	21	0,256	0,115	4,011	121,905	11,46858	4,597	0,447	35,197
PCONTROLMSA09	9	6	3,5	21	0,249	0,111	3,885	118,571	11,29603	4,821	0,522	39,869
PCONTROLMSA10	10	6	3,5	21	0,267	0,114	3,976	127,143	11,81165	4,846	0,563	36,326
Media		6,000	3,500	21,000	0,258	0,113	3,939	122,177	11,443	4,762	0,482	37,084
Desv Estándar		0,000	0,000	0,000	0,005	0,003	0,115	2,449	0,206	0,173	0,039	2,099
Coef. de variación		0,00%	0,00%	0,00%	1,99%	2,92%	2,92%	2,00%	1,80%	3,63%	8,12%	5,66%

Probeta	o perpendicular al avance	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm2)	Peso (g)	Espesor (mm)	Sección (mm2)	Gramaje (g/m2)	Fuerza máx. rotura (N)	Elongación máx. (mm)	Error por arrugado (mm)	Tensión de penetración (N *mm)
PCONTROLWSAP01	1	5,9	3,4	20,06	0,282	0,114	3,890	140,578	14,8381	6,622	0,572	47,682
PCONTROLWSAP02	2	6,1	3,6	21,96	0,267	0,108	3,892	121,585	14,34354	7,195	0,596	50,140
PCONTROLWSAP03	3	5,7	3,6	20,52	0,275	0,109	3,935	134,016	14,40332	6,771	0,547	47,070
PCONTROLWSAP04	4	6	3,5	21	0,269	0,107	3,749	128,095	14,84014	7,029	0,580	52,100
PCONTROLWSAP05	5	6	3,5	21	0,266	0,110	3,833	126,667	15,39244	7,576	0,837	55,728
PCONTROLWSAP06	6	6	3,5	21	0,263	0,110	3,847	125,238	14,57316	7,469	0,538	54,771
PCONTROLWSAP07	7	6	3,5	21	0,255	0,106	3,717	121,429	13,54328	6,672	0,596	43,020
PCONTROLWSAP08	8	6	3,6	21,6	0,267	0,108	3,870	123,611	15,26608	7,394	0,580	54,984
PCONTROLWSAP09	9	6	3,7	22,2	0,266	0,109	4,026	119,820	14,58742	7,153	0,862	48,694
PCONTROLWSAP10	10	6,1	3,4	20,74	0,272	0,109	3,716	131,148	14,67234	6,921	0,539	48,874
Media		5,980	3,530	21,108	0,268	0,109	3,847	127,219	14,646	7,080	0,625	50,306
Desv Estándar		0,114	0,095	0,649	0,007	0,002	0,099	6,482	0,516	0,336	0,121	4,076
Coef. de variación		1,90%	2,69%	3,07%	2,68%	2,05%	2,57%	5,10%	3,52%	4,74%	19,29%	8,10%
PCONTROLWSAP01	1	6	3,5	21	0,26	0,109	3,815	123,810	11,56845	5,053	0,489	36,712
PCONTROLWSAP02	2	6	3,5	21	0,256	0,112	3,903	121,905	11,55486	4,937	0,489	38,920
PCONTROLWSAP03	3	6	3,5	21	0,249	0,103	3,598	118,571	11,22266	4,738	0,588	35,017
PCONTROLWSAP04	4	6	3,5	21	0,26	0,107	3,756	123,810	11,28109	4,912	0,530	38,781
PCONTROLWSAP05	5	6	3,5	21	0,254	0,109	3,829	120,952	11,60105	5,078	0,621	37,167
PCONTROLWSAP06	6	6	3,5	21	0,264	0,107	3,735	125,714	11,48285	5,095	0,588	35,451
PCONTROLWSAP07	7	6	3,5	21	0,249	0,112	3,920	118,571	11,3463	5,128	0,513	37,356
PCONTROLWSAP08	8	6	3,5	21	0,251	0,106	3,693	119,524	11,19821	4,871	0,538	35,482
PCONTROLWSAP09	9	6	3,5	21	0,249	0,109	3,815	118,571	11,39454	4,746	0,480	38,319
PCONTROLWSAP10	10	6	3,5	21	0,262	0,112	3,913	124,762	11,39318	4,705	0,555	47,352
Media		6,000	3,500	21,000	0,255	0,109	3,798	121,619	11,404	4,926	0,539	38,056
Desv Estándar		0,000	0,000	0,000	0,006	0,003	0,104	2,769	0,145	0,159	0,048	3,551
Coef. de variación		0,00%	0,00%	0,00%	2,28%	2,74%	2,74%	2,28%	1,27%	3,23%	8,96%	9,33%

Anexo n° 4: Resultados de pH, actividad de agua Aw y porcentaje de humedad (% H)

PRODUCTO W

Exp. 1 (L4 W)
pd:02/01/2017

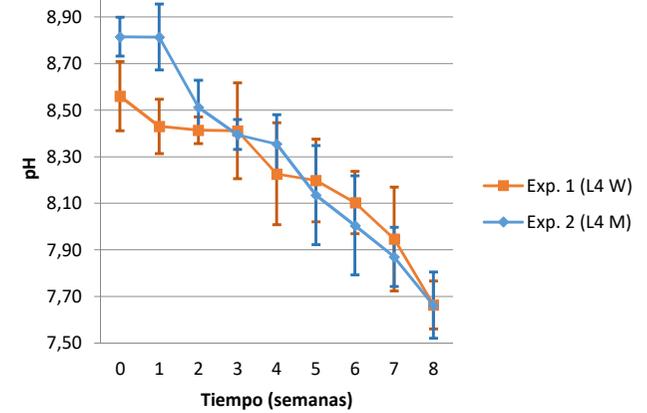
		día 1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
Producto W	pH	8,56	8,43	8,41	8,41	8,23	8,20	8,10	7,95	7,66
	D. típica	0,15	0,12	0,06	0,21	0,22	0,18	0,13	0,22	0,10
	Aw	0,92	0,92	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,87
	D. típica	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	%M	29,73	29,25	29,05	29,25	29,43	29,31	29,12	28,83	29,04
	D. típica	0,53	0,74	0,65	0,97	0,66	0,54	0,29	0,70	0,66

PRODUCTO M

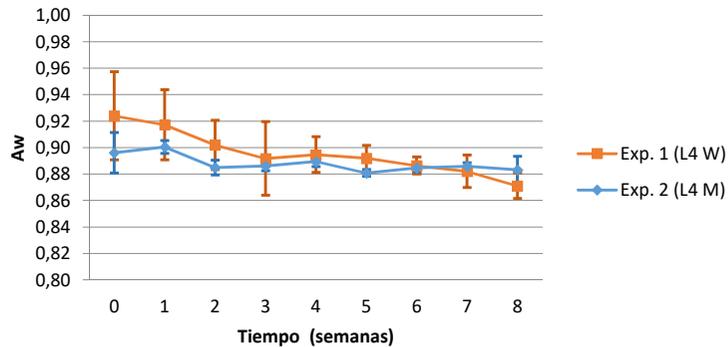
Exp. 2 (L4 M)
pd:05/04/2017

		día 1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
Producto M	pH	8,82	8,81	8,51	8,40	8,36	8,14	8,01	7,87	7,66
	D. típica	0,08	0,14	0,12	0,06	0,12	0,21	0,21	0,13	0,14
	aW	0,90	0,90	0,88	0,89	0,89	0,88	0,88	0,89	0,88
	D. típica	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
	%M	30,54	30,85	30,24	29,66	29,50	29,43	29,47	29,37	28,65
	D. típica	0,61	0,43	0,51	0,51	0,19	0,68	0,83	0,69	0,79

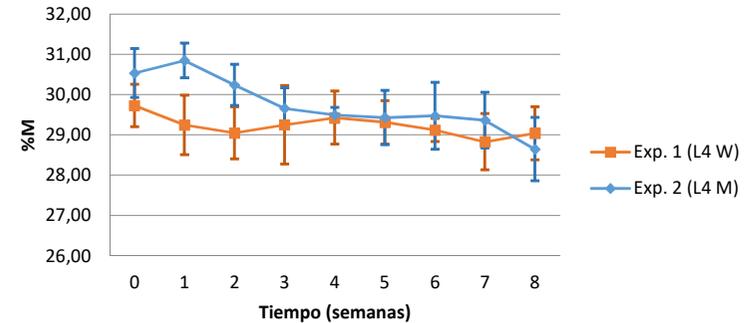
Experimento 1 y 2 (L4) pH



Experimento 1 y 2 (L4) Aw



Experimento 1 y 2 (L4) %H



PRODUCTO W

Exp. 3 (L6 W)
pd:02/01/2017

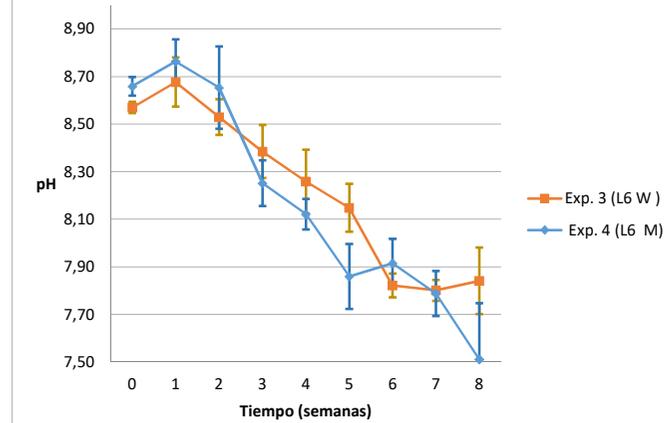
		día 1	semana1	semana2	semana3	semana4	semana5	semana6	semana7	semana8
Producto W	pH	8,57	8,68	8,53	8,39	8,26	8,15	7,82	7,80	7,84
	D. típica	0,02	0,10	0,07	0,11	0,13	0,10	0,05	0,04	0,14
	Aw	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,89	0,89	0,89
	D. típica	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
	%M	29,18	29,98	29,52	29,38	29,40	28,76	28,85	28,80	27,83
	D. típica	1,16	0,77	0,64	1,08	0,65	0,50	0,60	0,62	0,36

PRODUCTO M

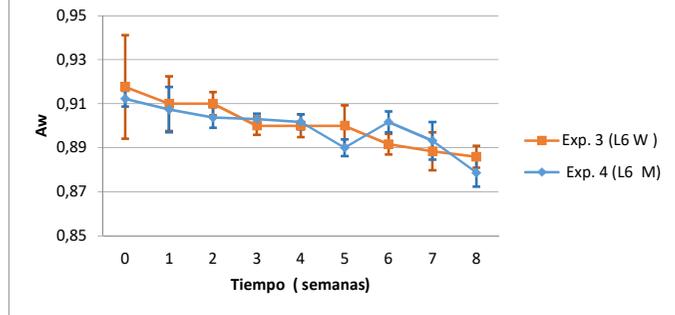
Exp. 4 (L6 M)
pd:05/04/2017

		día 1	semana1	semana2	semana3	semana4	semana5	semana6	semana7	semana8
Producto M	pH	8,66	8,76	8,65	8,25	8,12	7,86	7,92	7,79	7,51
	D. típica	0,04	0,09	0,17	0,10	0,06	0,14	0,10	0,09	0,24
	aW	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,89	0,90	0,89	0,88
	D. típica	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
	%M	29,56	30,13	29,62	29,98	29,51	29,24	29,25	28,91	28,62
	D. típica	0,58	0,44	0,38	0,22	0,08	0,50	0,53	0,56	0,47

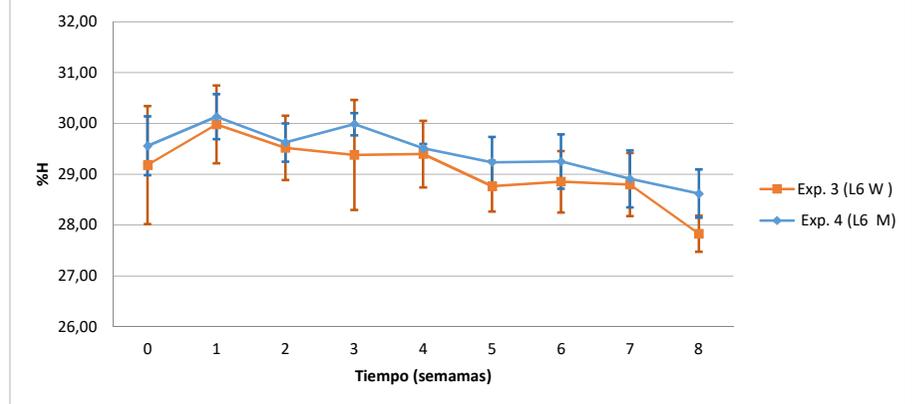
Experimento 3 y 4 (L6) pH



Experimento 3 y 4(L6) Aw



Experimento 3 y 4 (L6) % H



PRODUCTO W

Exp. 5 (L6 W)
pd:02/01/2017

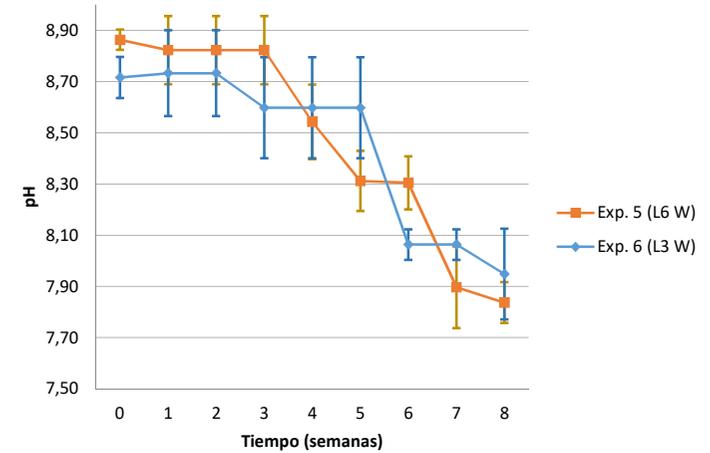
		Día 1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
Producto W	pH	8,86	8,82	8,82	8,82	8,54	8,31	8,31	7,90	7,84
	D. típica	0,04	0,13	0,13	0,13	0,15	0,12	0,10	0,16	0,08
	Aw	0,905	0,912	0,912	0,912	0,893	0,882	0,892	0,893	0,876
	D. típica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	%M	28,90	29,34	29,34	29,10	29,98	29,96	29,58	28,29	27,26
	D. típica	0,60	0,68	0,68	0,68	0,30	0,58	0,64	0,56	0,54

PRODUCTO W

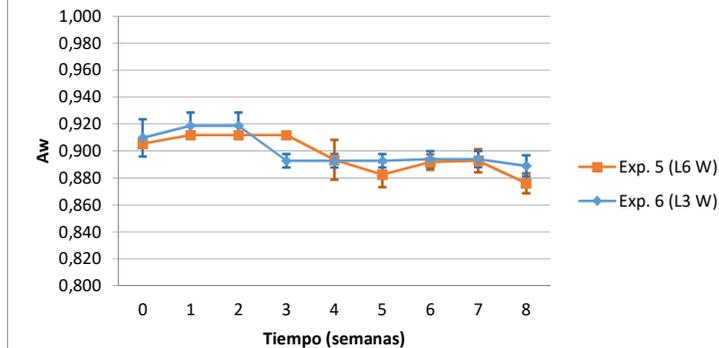
Exp. 6 (L3 W)
pd:05/04/2017

		Día 1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
Producto M	pH	8,72	8,73	8,73	8,60	8,60	8,60	8,06	8,06	7,95
	D. típica	0,08	0,17	0,17	0,20	0,20	0,20	0,06	0,06	0,18
	aW	0,910	0,919	0,919	0,893	0,893	0,893	0,894	0,894	0,889
	D. típica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	%M	29,12	30,83	30,71	29,99	29,99	29,99	29,48	29,17	29,34
	D. típica	0,85	0,69	0,71	0,54	0,54	0,54	1,59	1,59	0,63

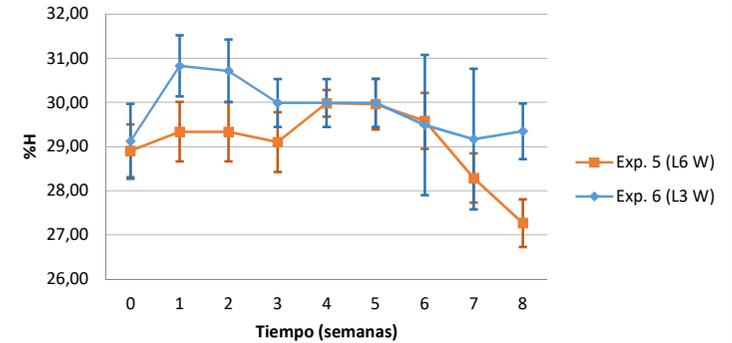
Experimento 5 y 6 (L3 y L6) pH



Experimento 5 y 6 (L3 y L6) Aw



Experimento 5 y 6 (L3 y L6) %H



Anexo nº 5: Resultados Gases

PRODUCTO W

Exp. 1 (L4 W)
pd:02/01/2017

	Día 1	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
% O ₂	0,49	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
D. típica	0,14	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
% CO ₂	52,53	50,13	46,84	45,84	47,35	38,29	40,81	35,45	36,22
D. típica	2,94	2,33	5,60	5,60	4,86	7,01	8,63	8,77	10,76
% N ₂	46,98	49,78	54,16	54,16	52,65	61,70	59,19	64,55	63,78
D. típica	2,89	2,29	5,60	5,60	4,86	7,01	8,63	8,77	10,76

PRODUCTO M

Exp. 2 (L4 M)
pd: 05/04/2017

	Día 1	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
% O ₂	0,49	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. típica	0,09	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,09
% CO ₂	51,87	53,63	54,91	53,65	49,49	49,32	48,17	51,04	47,47
D. típica	2,94	1,16	3,79	2,32	7,16	3,67	6,72	4,73	7,74
% N ₂	46,72	46,06	45,09	46,35	50,07	50,68	51,83	48,96	48,96
D. típica	4,24	1,14	3,78	2,32	6,62	3,67	6,71	4,73	4,73

	% O ₂								
1	0,284	0,180	0,001	0,001	0,000	0,001	0,006	0,000	0,000
2	0,340	0,031	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
3	0,563	0,134	0,006	0,006	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
4	0,425	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000
5	0,408	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,435	0,182	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,462	0,041	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,005	0,000
8	0,563	0,012	0,001	0,001	0,000	0,035	0,000	0,001	0,000
9	0,700	0,119	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,735	0,083	0,008	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	0,568	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
12	0,414	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MEDIA	0,491	0,084	0,001	0,001	0,000	0,005	0,003	0,001	0,000
D. típica	0,137	0,059	0,003	0,003	0,000	0,012	0,008	0,002	0,000

	% CO ₂								
1	55,4	51,3	48,00	48,00	42,10	44,60	26,80	45,10	39,12
2	55,7	50,6	39,90	39,90	48,90	30,10	50,10	27,10	21,60
3	50,8	48,7	38,70	38,70	50,50	31,40	31,20	24,40	25,40
4	52,3	49,6	39,30	39,30	52,00	34,90	33,70	27,10	24,40
5	55,7	49,1	43,90	43,90	39,60	32,20	35,50	30,30	30,50
6	55,8	45,1	50,00	50,00	42,20	29,90	37,30	27,90	32,60
7	51,9	50,5	46,30	46,30	48,20	35,70	44,30	33,30	31,60
8	49,1	53,5	41,80	41,80	47,20	36,50	38,30	34,10	40,50
9	53,2	49,2	49,40	49,40	46,60	43,40	42,00	37,20	39,00
10	54	48,6	43,80	43,80	43,70	45,80	43,40	41,50	43,20
11	47,4	51,8	56,30	56,30	56,70	45,80	54,70	46,40	59,10
12	49,1	53,6	52,70	52,70	50,50	49,20	52,40	51,00	47,60
MEDIA	52,533	50,133	45,842	45,842	47,350	38,292	40,808	35,450	36,218
D. típica	2,938	2,332	5,597	5,597	4,862	7,014	8,633	8,770	10,761

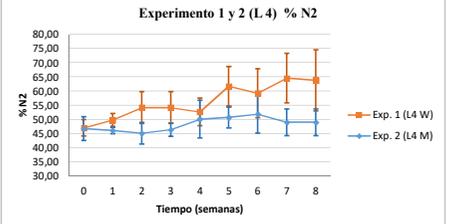
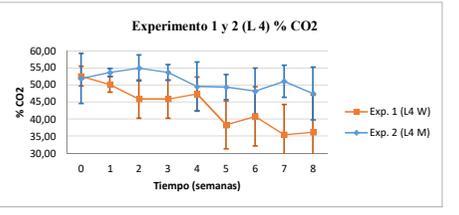
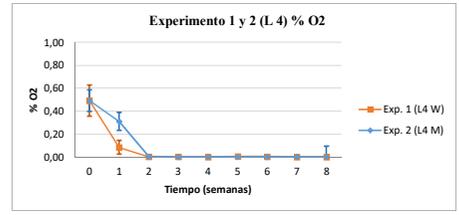
	% N ₂								
1	44,316	48,520	51,999	51,999	57,900	55,399	73,194	54,900	60,880
2	43,960	49,369	60,100	60,100	51,100	69,898	49,900	72,900	78,400
3	48,637	51,166	61,294	61,294	49,500	68,597	68,800	75,600	74,600
4	47,275	50,310	60,700	60,700	48,000	65,100	66,272	72,900	75,600
5	43,892	50,824	56,100	56,100	60,400	67,800	64,500	69,700	69,500
6	43,765	54,718	50,000	50,000	57,800	70,100	62,700	72,100	67,400
7	47,638	49,459	53,700	53,700	51,800	64,276	55,700	66,695	68,400
8	50,337	46,488	58,199	58,199	52,800	63,465	61,700	65,899	59,500
9	46,100	50,681	50,600	50,600	53,400	56,600	58,000	62,800	61,000
10	45,265	51,317	56,192	56,192	56,300	54,200	56,600	58,500	56,800
11	52,032	48,164	43,700	43,700	43,300	54,200	45,300	53,599	40,900
12	50,486	46,380	47,300	47,300	49,500	50,800	47,600	49,000	52,400
MEDIA	46,975	49,783	54,157	54,157	52,650	61,703	59,189	64,549	63,782
D. típica	2,894	2,291	5,596	5,596	4,862	7,012	8,630	8,770	10,761

16,315

	% O ₂								
1	0,433	0,219	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,679	0,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3	0,432	0,278	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,483	0,478	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,326
5	0,487	0,352	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,444	0,207	0,000	0,000	0,000	5,240	0,000	0,000	0,015
7	0,552	0,277	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,434	0,293	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,621	0,316	0,001	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,488	0,232	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000
11	11,500	0,376	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,354	0,381	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MEDIA	0,492	0,310	0,004	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,000
D. típica	0,093	0,078	0,010	0,000	0,003	0,000	0,005	0,004	0,094

	% CO ₂								
1	54,000	54,500	54,700	58,100	59,100	55,700	38,700	60,300	59,000
2	53,500	52,200	50,800	54,400	56,700	54,300	49,300	53,000	40,000
3	55,700	52,100	50,100	57,100	60,400	48,900	57,500	54,300	41,500
4	54,400	51,800	48,800	52,500	58,000	44,500	58,900	52,300	34,100
5	55,800	54,300	51,800	55,700	49,600	46,800	55,500	52,400	45,500
6	54,400	54,600	56,500	52,000	39,300	47,600	51,000	46,600	44,700
7	53,700	53,500	54,700	50,300	47,700	44,300	41,700	45,400	57,500
8	53,200	53,500	57,200	53,200	43,900	48,800	40,000	45,500	51,500
9	52,000	53,000	56,100	51,600	43,800	52,700	44,500	45,200	52,400
10	53,600	53,900	59,800	53,700	44,700	49,100	44,100	50,900	43,700
11	28,700	54,900	59,900	53,200	44,900	47,000	47,300	50,500	43,600
12	53,400	55,300	58,500	52,000	45,800	52,100	49,500	56,100	56,100
MEDIA	51,867	53,633	54,908	53,650	49,492	49,317	48,167	51,042	47,467
D. típica	7,370	1,159	3,790	2,317	7,161	3,671	6,715	4,728	7,743

	% N ₂								
1	45,567	45,281	45,297	41,900	40,900	44,300	61,300	39,700	39,700
2	45,821	47,485	49,200	45,600	43,300	45,700	50,699	47,000	47,000
3	43,868	47,622	49,898	42,900	39,600	51,100	42,500	45,700	45,700
4	45,117	47,722	51,166	47,500	42,000	55,500	41,100	47,700	47,700
5	43,713	45,348	48,197	44,300	50,400	53,200	44,500	47,600	47,600
6	45,156	45,193	43,500	48,000	55,460	52,400	49,000	53,385	53,385
7	45,748	46,223	45,300	49,700	52,300	55,700	58,300	54,600	54,600
8	46,366	46,207	42,800	46,800	56,100	51,200	60,000	54,500	54,500
9	47,379	46,684	43,899	48,400	56,189	47,300	55,500	54,800	54,800
10	45,912	45,868	40,200	46,300	55,300	50,900	55,882	49,100	49,100
11	59,800	44,724	40,100	46,800	55,099	53,000	52,700	49,500	49,500
12	46,246	44,319	41,500	48,000	54,200	47,900	50,500	43,900	43,900
MEDIA	46,724	46,056	45,088	46,350	50,071	50,683	51,832	48,957	48,957
D. típica	4,240	1,144	3,785	2,317	6,622	3,671	6,714	4,727	4,727



PRODUCTO W

Exp. 3 (L6 W)
pd:02/01/2017

	Día	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
% O ₂	0,55	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. típica	0,12	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
% CO ₂	51,89	51,70	45,75	45,68	44,45	44,31	43,36	39,72	40,02
D. típica	2,37	2,37	1,97	2,97	4,31	5,21	4,15	5,64	4,76
% N ₂	47,56	47,99	54,24	54,32	55,54	55,69	56,64	60,28	59,98
D. típica	2,33	5,62	1,95	2,97	3,85	5,21	4,15	5,66	4,72

	% O ₂								
1	0,750	0,090	0,016	0,005	0,001	0,003	0,000	0,000	0,150
2	0,509	0,134	0,005	0,002	0,001	0,006	0,000	0,017	0,000
3	0,548	15,800	0,451	0,002	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
4	0,610	0,372	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,585
5	0,640	0,333	0,002	0,005	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,770	0,397	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
7	0,490	0,417	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,451	0,361	0,003	0,000	2,940	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,424	0,454	0,005	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,417	0,369	0,005	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
11	0,437	0,337	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,530	0,148	0,007	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
MEDIAS	0,548	0,310	0,005	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002	0,000
D. TÍPICA	0,121	0,125	0,004	0,002	0,003	0,002	0,001	0,005	0,000

	% CO ₂								
1	46,40	46,40	48,30	41,60	51,90	50,90	48,70	47,30	45,50
2	55,10	55,10		49,50	45,10	39,80	39,20	36,40	35,70
3	54,00	54,00	44,80	45,10	45,40	40,40	45,10	37,60	35,80
4	55,30	55,30		43,50	43,60	38,90	40,40	39,30	35,70
5	51,30	51,30	44,60	49,50	42,10	40,50	41,20	34,50	36,00
6	51,30	51,30		48,10	43,60	42,60	39,60	33,50	36,40
7	50,10	50,10	44,30	41,20	41,50	42,50	39,70	35,80	36,70
8	52,20	52,20		45,00	35,20	44,50	40,80	38,90	37,60
9	50,90	50,90	43,00	43,90	39,90	44,00	40,80	39,80	39,10
10	52,20	52,20		49,40	42,60	55,80	45,60	43,50	43,10
11	51,90	51,90	46,40	46,80	43,50	47,50	48,20	45,60	45,20
12	52,00	52,00	47,90	44,50	49,80		51,00	52,00	49,10
MEDIAS	51,892	51,700	45,750	45,675	44,455	44,309	43,358	39,718	40,018
D. TÍPICA	2,367	2,367	1,971	2,969	4,313	5,209	4,153	5,641	4,761

H4 0%

11,87

	% N ₂								
1	52,850	53,510	51,684	58,395	48,099	49,097	51,300	52,550	54,500
2	44,391	44,766		50,498	54,899	60,194	60,800	63,583	64,300
3	45,452	30,200	54,749	54,898	54,600	59,596	54,900	62,400	64,200
4	44,090	44,328		56,499	56,400	61,099	59,600	60,700	63,715
5	48,060	48,367	55,398	50,495	57,894	59,500	58,800	65,500	64,000
6	47,930	48,303		51,899	56,400	57,400	60,398	66,500	63,600
7	49,410	49,483	55,694	58,800	58,500	57,500	60,300	64,200	63,300
8	47,349	47,439		55,000	61,860	55,500	59,200	61,100	62,400
9	48,676	48,646	56,995	56,100	60,093	56,000	59,200	60,200	60,900
10	47,383	47,431		50,600	57,400	44,200	54,399	56,500	56,900
11	47,663	47,763	53,599	53,200	56,500	52,500	51,800	54,400	54,800
12	47,470	47,852	52,093	55,500	50,200		49,000	48,000	50,900
MEDIAS	47,560	47,990	54,244	54,324	55,544	55,690	56,641	60,280	59,982
D. TÍPICA	2,329	5,624	1,950	2,969	3,845	5,209	4,153	5,657	4,720

PRODUCTO M

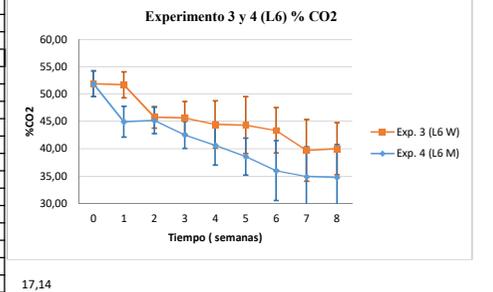
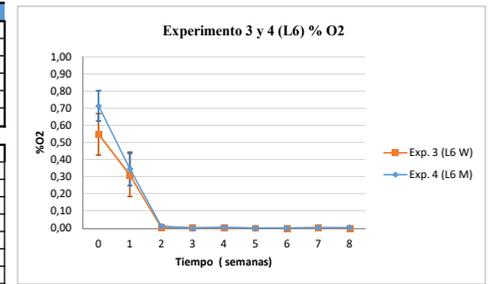
Exp. 4 (L6 M)
pd: 05/04/2017

	Día	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
% O ₂	0,71	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. típica	0,09	0,10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
% CO ₂	51,89	44,95	45,16	42,53	40,62	38,56	36,00	34,91	34,75
D. típica	2,37	2,82	2,42	2,45	3,63	3,36	5,46	5,46	5,99
% N ₂	47,39	54,71	54,82	57,47	59,38	61,44	64,00	65,09	65,24
D. típica	2,42	2,75	2,42	2,45	3,63	3,36	5,46	5,46	5,99

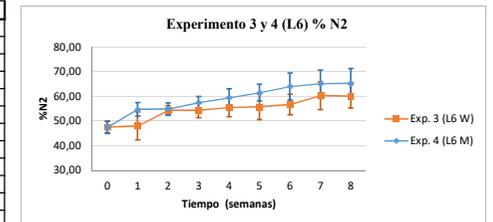
	% O ₂								
1	0,592	0,13	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,829	0,45	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,029
3	0,709	0,37	0,008	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
4	0,819	0,38	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,836	0,41	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,737	0,38	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,66	0,34	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004
8	0,797	0,28	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,664	0,46	0,02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,624	0,42	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
11	0,688	0,36	0,016	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,607	0,21	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MEDIAS	0,71	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. TÍPICA	0,09	0,10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01

	% CO ₂								
1	46,40	52,30	47,70	47,70	49,70	47,30	48,00	48,00	29,90
2	55,10	47,80	42,20	39,30	37,50	36,10	30,00	30,00	29,80
3	54,00	42,80	42,40	41,20	38,80	35,70	31,30	31,30	33,80
4	55,30	42,80	43,70	41,40	39,00	36,40	34,50	34,50	44,30
5	51,30	43,00	41,20	44,20	38,70	35,90	35,90	35,90	27,20
6	51,30	43,20	43,40	39,00	37,10	37,30	33,70	33,70	31,60
7	50,10	44,70	49,30	43,30	38,70	38,20	32,80	32,80	40,80
8	52,20	45,40	47,00	42,20	40,10	37,00	33,20	33,20	46,90
9	50,90	42,90	45,60	43,30	41,00	38,70	31,30	31,30	34,90
10	52,20	43,50	45,30	45,30	39,90	38,20	37,80	37,80	33,70
11	51,90	43,30	45,70	42,30	40,70	39,20	39,60	39,60	36,10
12	52,00	45,50	45,70	41,20	45,70	42,70	43,90	43,90	37,60
MEDIAS	51,892	44,945	45,164	42,533	40,618	38,558	36,000	34,909	34,755
D. TÍPICA	2,367	2,820	2,420	2,454	3,626	3,360	5,464	5,464	5,990

H4 0%



17,14



PRODUCTO W
Exp. 5 (L6 W)
pd:02/01/2017

	Dia	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
% O ₂	0.48	0.09	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
D. típica	0.12	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
% CO ₂	50.94	50.01	50.21	50.01	50.23	50.23	47.33	43.98	42.94
D. típica	0.57	1.96	1.96	1.96	3.26	4.26	4.70	7.12	6.26
% N ₂	48.58	49.70	49.70	49.90	49.77	49.78	52.68	56.01	57.06
D. típica	0.58	1.92	1.92	1.92	3.26	4.26	4.70	7.12	6.26

	% O ₂									
1	0.757	0.138	0.138	0.138	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.576	0.056	0.056	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.476	0.127	0.127	0.127	0.000	0.000	0.000	0.065	0.000	0.000
4	0.604	0.085	0.085	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.417	0.037	0.037	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.351	0.020	0.020	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.512	0.064	0.064	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.462	0.154	0.154	0.154	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.410	0.152	0.152	0.152	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.424	18.000	18.000	18.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.369	0.036	0.036	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.404	0.140	0.140	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIAS	0.480	0.092	0.092	0.092	0.001	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000
D. TÍPICA	0.117	0.052	0.052	0.052	0.004	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000
	% CO ₂									
1	51,10	46,70	46,70	46,70	52,60	51,30	50,20	45,90	41,60	41,60
2	51,10	50,80	50,80	50,80	48,50	45,90	44,30	34,30	32,50	32,50
3	51,70	48,00	48,00	48,00	46,90	47,00	41,50	34,20	37,10	37,10
4	50,50	50,20	50,20	50,20	50,00	52,80	41,60	41,60	40,70	40,70
5	50,20	50,90	50,90	50,90	54,90	52,30	46,70	45,20	45,70	45,70
6	51,00	52,20	52,20	52,20	53,30	56,00	54,10	51,50	52,20	52,20
7	50,80	51,30	51,30	51,30	46,80	52,20	42,70	35,40	41,90	41,90
8	50,70	48,20	48,20	48,20	50,30	43,30	50,00	42,10	46,60	46,60
9	51,20	47,90	47,90	47,90	44,60	48,10	42,90	46,20	53,20	53,20
10	49,90				48,40	45,00	48,90	47,40	40,80	40,80
11	51,90	51,60	51,60	51,60	52,60	56,20	50,40	48,10	35,30	35,30
12	51,20	52,30	52,30	52,30	53,90	52,60	54,60	57,80	45,40	45,40
MEDIAS	50,942	50,009	50,210	50,009	50,227	50,225	47,325	43,982	42,936	42,936
D. TÍPICA	0,571	1,960	1,960	1,960	3,260	4,259	4,704	7,123	6,264	6,264
	% N ₂									
1	48,143	53,162	53,162	53,162	47,400	48,700	49,800	54,100	58,400	58,400
2	48,324	49,144	49,144	49,144	51,500	54,100	55,700	65,700	67,500	67,500
3	47,824	51,873	51,873	51,873	53,100	53,000	58,500	65,735	62,900	62,900
4	48,896	49,715	49,715	49,715	50,000	47,200	58,400	58,400	59,300	59,300
5	49,383	49,063	49,063	49,063	45,100	47,700	53,300	54,800	54,300	54,300
6	48,649	47,780	47,780	47,780	46,700	44,000	45,900	48,500	47,800	47,800
7	48,688	48,636	48,636	48,636	53,200	47,800	57,300	64,600	58,100	58,100
8	48,838	51,646	51,646	51,646	49,700	56,700	50,000	57,900	53,400	53,400
9	48,390	51,948	51,948	51,948	55,386	51,900	57,100	53,800	46,800	46,800
10	49,676				51,600	55,000	51,100	52,600	59,200	59,200
11	47,731	48,364	48,364	48,364	47,400	43,800	49,600	51,900	64,700	64,700
12	48,396	47,560	47,560	47,560	46,100	47,400	45,400	42,200	54,600	54,600
MEDIAS	48,578	49,702	49,702	49,899	49,771	49,775	52,675	56,012	57,064	57,064
D. TÍPICA	0,576	1,924	1,924	1,924	3,258	4,259	4,704	7,115	6,264	6,264

PRODUCTO W
Exp. 6 (L3 W)
pd: 05/04/2017

	Dia	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
% O ₂	0.44	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D. típica	0.21	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% CO ₂	50.96	51.12	51.12	54.86	54.86	54.86	53.28	53.17	48.63
D. típica	2.25	3.14	3.14	4.15	4.15	4.15	5.82	5.82	8.35
% N ₂	48.60	48.86	48.86	45.14	45.22	45.14	46.72	46.83	51.37
D. típica	2.14	3.13	3.13	4.15	4.15	4.15	5.82	5.82	8.33

	% O ₂									
1	0.684	0.02	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.773	0.06	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.738	0.04	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.31	0.00	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.337	0.337
5	0.522	0.02	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.435	0.02	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.494	0.01	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.292	0.05	0.047	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
9	0.455	0.03	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.285	0.00	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
11	0.123	0.03	0.026	0.014	0.014	0.014	0.014	0.000	0.000	0.000
12	0.199	0.04	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIAS	0.44	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D. TÍPICA	0.21	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	% CO ₂									
1	49,10	53,50	53,50	57,00	57,00	57,00	54,50	54,50	61,00	61,00
2	47,20	48,30	48,30	53,20	53,20	53,20	48,70	48,70	36,70	36,70
3	47,10	49,50	49,50	51,90	51,90	51,90	48,70	48,70	37,60	37,60
4	49,70	54,70	54,70	60,20	60,20	60,20	49,10	49,10	43,90	43,90
5	53,30	42,80	42,80	53,80	53,80	53,80	54,40	54,40	58,20	58,20
6	53,50	51,20	51,20	59,00	59,00	59,00	63,90	63,90	51,40	51,40
7	53,00	51,40	51,40	55,10	55,10	55,10	60,60	60,60	54,70	54,70
8	52,40	50,90	50,90	55,70	55,70	55,70	44,20	44,20	40,90	40,90
9	52,70	53,30	53,30	53,90	53,90	53,90	56,40	56,40	42,00	42,00
10	51,30	52,90	52,90	46,70	46,70	46,70	58,50	58,50	57,60	57,60
11	51,00	50,80	50,80	50,60	50,60	50,60	48,60	48,60	49,10	49,10
12	51,20	52,50	52,50	61,20	61,20	61,20	51,80	51,80	45,70	45,70
MEDIAS	50,958	51,118	51,118	54,858	54,858	54,858	53,283	53,173	48,627	48,627
D. TÍPICA	2,245	3,135	3,135	4,150	4,150	4,150	5,816	5,816	8,348	8,348
	% N ₂									
1	50,216	46,482	46,482	43,000	43,000	43,000	45,500	45,500	39,000	39,000
2	52,027	51,638	51,638	46,800	46,800	46,800	51,300	51,300	63,300	63,300
3	52,162	50,457	50,457	48,100	48,100	48,100	51,300	51,300	62,400	62,400
4	49,990	45,299	45,299	39,800	39,800	39,800	50,900	50,900	55,763	55,763
5	46,178	57,185	57,185	46,200	46,200	46,200	45,600	45,600	41,800	41,800
6	46,065	48,778	48,778	41,000	41,000	41,000	36,100	36,100	48,600	48,600
7	46,506	48,592	48,592	44,900	44,900	44,900	39,400	39,400	45,300	45,300
8	47,308	49,053	49,053	44,299	44,299	44,299	55,800	55,800	59,100	59,100
9	46,845	46,674	46,674	46,100	46,100	46,100	43,600	43,600	58,000	58,000
10	48,415	47,098	47,098	53,299	53,299	53,299	41,500	41,500	42,400	42,400
11	48,877	49,174	49,174	49,386	49,386	49,386	51,400	51,400	50,900	50,900
12	48,601	47,462	47,462	38,800	38,800	38,800	48,200	48,200	54,300	54,300
MEDIAS	48,599	48,858	48,858	45,140	45,217	45,140	46,717	46,827	51,373	51,373
D. TÍPICA	2,143	3,130	3,130	4,149	4,149	4,149	5,816	5,816	8,333	8,333

