



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Efecto del envejecimiento natural y artificial en la
rugosidad de compuestos madera-plástico mediante
método por contacto**

Patrocinante: Sr. Aldo Rolleri S.

Trabajo de titulación presentado
como parte de los requisitos para optar
al Título de **Ingeniero en Maderas**

DIEGO ANDRÉS AGUILAR SOTO

VALDIVIA

2008

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Aldo Rolleri S.	_____
Informante:	Sr. Hernán Poblete W.	_____
Informante:	Sr. Héctor Cuevas D.	_____

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Aldo Rolleri.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por su apoyo y por demostrar siempre su preocupación en cada uno de mis retos.

Agradezco a mis profesores Sr. Aldo Rolleri, Sr. Hernán Poblete, Sr. Héctor Cuevas y Sr. Juan E. Diaz V. Por sus aportes y cordial ayuda en mis etapas de seminario de titulación.

También agradezco a la Sra. María Eugenia por su amable y reconfortante ayuda en momentos dificultosos, agradezco de igual forma a todas las personas del Instituto de Tecnología de Productos Forestales y a mis queridos compañeros, que hicieron de mi paso por la Universidad, un período grato e imborrable en mi memoria.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Materiales compuestos	3
2.2 Los polímeros	4
2.3 Adhesión matriz-fibra	5
2.3.1 <i>Adhesión mecánica</i>	5
2.3.2 <i>Adhesión de atracción electroestática</i>	5
2.3.3 <i>Adhesión química</i>	5
2.3.4 <i>Adhesión por absorción y humectación</i>	5
2.3.5 <i>Interdifusión</i>	5
2.4 Tipos de moldeo para materiales compuestos	6
2.4.1 <i>Moldeo por extrusión</i>	6
2.4.2 <i>Moldeo por inyección</i>	6
2.5 Ventajas que se pueden lograr con materiales compuestos	7
2.6 Componentes presentes en los compuestos del estudio	8
2.6.1 <i>Madera de Pinus radiata D. Don</i>	8
2.6.2 <i>Pellet</i>	8
2.6.3 <i>Polipropileno</i>	8
2.6.4 <i>Aditivos</i>	9
2.7 Factores que determinan los estados superficiales	9
2.7.1 <i>Maquinado</i>	9
2.7.2 <i>Envejecimiento</i>	9
2.8 Método de caracterización de rugosidad por contacto.	10
3. MATERIAL Y MÉTODO	11
3.1 Material	11
3.2 Método	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1 Características de los compuestos	14
4.2 Resultados de rugosidad en compuestos Pellet pino radiata y polipropileno según los tratamientos recibidos	16
4.2.1 <i>Resultados de los test estadísticos por compuesto Pellet pino radiata y polipropileno y tratamiento.</i>	18
4.2.2 <i>Análisis de la influencia del Tinuvin en los compuestos Pellet pino radiata y polipropileno.</i>	19
4.3 Resultados de rugosidad en grupo 2 madera de pino radiata cepillada	20
4.4 Resultados de rugosidad en grupo 3 compuestos extruídos.	21
6. CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFIA	24
ANEXOS	25
1 <i>Abstract</i>	
2 <i>Cuadros resultados ANOVA y contraste múltiple de rangos por compuesto</i>	

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Muestras materiales compuestos, procesos y aditivos	12
Cuadro 2. Valores de rugosidad Ra	14
Cuadro 3. Tabla de la distribución acumulativa	16
Cuadro 4. Resultados de estadística descriptiva grupo 1	17
Cuadro 5. Resumen de los resultados obtenidos grupo 1	19
Cuadro 6. Diferencias aritméticas entre valores de rugosidad Ra de los compuestos patrón y envejecimiento artificial, con y sin Tinuvin. Resultados de estadística descriptiva para madera de pino radiata	20
Cuadro 7. cepillada pintada con pintura blanca primer Masonite	20
Cuadro 8. Resultados de estadística descriptiva para madera de pino radiata seca cepillada	21
Cuadro 9. Resumen de los resultados obtenidos en madera sólida	21
Cuadro 10. Resultados de estadística descriptiva para el compuesto madera plástico, extruído en perfil cepillado	22
Cuadro 11. Resultados de estadística descriptiva para el compuesto madera plástico, extruído en perfil cepillado, dejando cara extruída a la vista.	22
Cuadro 12. Resultados obtenidos en compuesto madera plástico, extruído	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diferencia entre compuesto isotrópico y anisotrópico	3
Figura 2. Esquema de una extrusora	6
Figura 3. Esquema de una moldeadora por inyección	6
Figura 4. Tester de rugosidad	10
Figura 5. Parámetro de rugosidad, Ra rugosidad media	10
Figura 6. Total de muestras para medición de rugosidad	13
Figura 7. Zona de medición de rugosidad por probeta	13
Figura 8. Gráfico de la distribución normal de los datos	15
Figura 9. Gráfico de medias para los distintos tratamientos de los compuestos del 1 al 12	17
Figura 10. Gráfico de dispersión para los 12 compuestos a los 3 niveles de tratamiento	17

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente trabajo de titulación se realizó para poder conocer las diferencias de rugosidad superficial en compuestos de madera y plástico sometidos a tratamientos de envejecido acelerado y natural.

Se utilizaron 14 tipos de compuestos pellet *pinus radiata* y polipropileno a los cuales se agregan muestras envejecidas aceleradamente y muestras envejecidas naturalmente. Además están presentes dentro del trabajo 2 muestras de compuesto madera plástico extraído con los mismos pares de muestras envejecidas. Se incluyen también muestras de madera sólida envejecidas de la misma manera.

Los resultados finales muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad superficial entre los compuestos que no han sido envejecidos y los compuestos envejecidos aceleradamente, dando en la mayoría de los casos que ambos datos estaban dentro de un grupo homogéneo. En el caso de establecer una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de envejecido, se registra que esta diferencia se presentó en mayor medida entre los compuestos sin envejecer y los envejecidos naturalmente. Así también como entre envejecido acelerado y el envejecido natural.

Dentro del grupo de compuestos pellet *pinus radiata* y polipropileno se realizó el análisis para conocer si existen diferencias entre muestras que contenían protector UV y las sin el protector, pero con igual pigmento. El resultado indicó una que no existe diferencia a ningún nivel de tratamiento de envejecido.

Por último debido a que el set de muestras proviene de un proyecto con diseño experimental propuesto para el estudio de otras variables, este demostró no ser el adecuado para resolver de forma apropiada la hipótesis planteada en este estudio que era probar la relación directa entre envejecimiento y niveles de rugosidad, como el efecto de aditivos en el control de esta.

Palabra clave: Compuesto madera plástico, rugosidad.

1. INTRODUCCION

Los materiales compuestos nacieron de la necesidad del hombre por buscar un material que pudiera formarse a un costo de producción más barato, y que a la vez cumpliera con las prestaciones de servicio, es así como la madera desde la antigüedad viene actuando como refuerzo de los materiales compuestos, antiguamente la madera u otros materiales fibrosos servían como refuerzo en ladrillos de adobe y en arcillas.

En los años 1960 con la fuerte incorporación de los plásticos dentro de la vida de las personas, se vio por primera vez en EE.UU. un compuesto que tenía polímetro como base y madera como refuerzo. De ahí en adelante los estudios sobre la utilización de estos compuestos no ha parado y cada vez se hace mayor su importancia por tratarse de materiales que pueden ser reciclados para su utilización, lo que significa un aporte importante para la conservación del medio ambiente.

A nivel mundial la producción de los compuestos con estas características ha resultado muy atractiva y ha tenido una excelente aceptación por parte de los consumidores; la producción y comercialización la lidera EE.UU., pero dentro de Europa se ha avanzado bastante en la investigación y desarrollo del material.

Los materiales compuestos han demostrado cumplir satisfactoriamente en un amplio número de aplicaciones, en donde sus propiedades físicas y mecánicas se caracterizan según la formulación del compuesto, vale decir, al tipo y cantidad de plástico y refuerzo empleado.

Sin embargo las propiedades de la superficie, importante ha considerar, ya que influyen en los resultados de las uniones entre materiales y la aplicación de tratamientos superficiales no han sido ampliamente estudiado.

El presente seminario de titulación estudia las propiedades superficiales a distintos tipos de materiales compuestos de madera-plástico, antes y después de condiciones de envejecido natural y acelerado.

Objetivo general

- Evaluar el efecto del envejecimiento artificial y natural en la rugosidad de compuestos madera - plástico, mediante método de contacto.

Objetivo específico

- Medir el efecto del envejecimiento artificial en la rugosidad de compuestos madera-plástico mediante método de contacto.
- Medir el efecto del envejecimiento natural en la rugosidad de compuestos madera-plástico mediante método de contacto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Materiales compuestos

Hace muchos años que la búsqueda por mejorar las prestaciones de algunos materiales encontró una respuesta en el desarrollo de materiales compuestos. Los materiales compuestos son simplemente la combinación entre dos materiales o más, donde la idea principal consiste en combinar de la mejor forma las propiedades que cada material ofrece. En el caso de combinar madera y plástico se pueden utilizar fibras o partículas, las cuales se encuentran dispersas en una fase discontinua dentro de la matriz polimérica llamada continua, ya que rodea a las fibras o partículas dispersas en interfase. Las propiedades que resulten dependen de las proporciones en que participe el plástico y la madera, además de la morfología de la fibra o partícula y el polímero a utilizar.

En el caso de la fibra de madera, ésta actúa como refuerzo y pretende conseguir que otorgue al compuesto un aumento de la rigidez, resistencia al polímero y bajo peso específico, entre otras. El objetivo es que la fibra soporte esfuerzos aplicados al material, mientras que el polímero está encargado de transmitir los esfuerzos (Llop M. 2005).

La dirección de la fibra dentro de la matriz es un punto clave para determinar la anisotropía del material, ya que al orientar las fibras ésta va a soportar esfuerzos de distinta forma según la dirección donde se aplique el esfuerzo (Vallejos 2006). Si se dispersara la fibra dentro de la matriz de forma desordenada o se dispersan partículas, como aserrín, se obtendría un material compuesto casi isotrópico, figura 1.

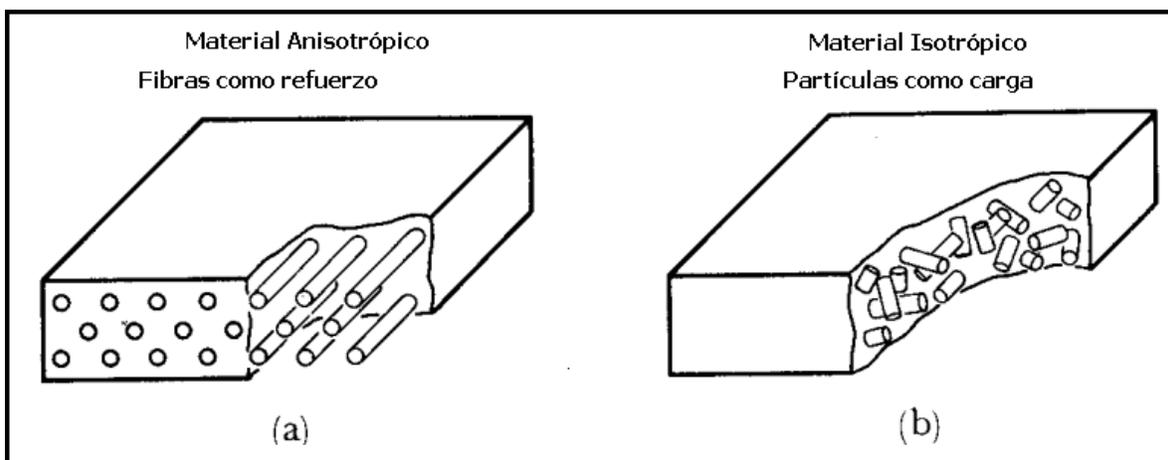


Figura 1: (a) Compuesto Anisotrópico reforzado con fibra orientada y (b) Compuesto Isotrópico cargado con partículas desordenadas.

El utilizar partículas de madera como aserrín o polvo dentro de la matriz no aporta mayor capacidad de soportar esfuerzos, por lo que se le atribuye más a una participación como carga dentro del compuesto, muchas veces utilizado para economizar. El rasgo más importante en los materiales compuestos es la adhesión de la matriz al refuerzo. En ausencia de dicha adhesión la fibra o partícula es arrancada de la matriz, anulando su acción de refuerzo.

2.2 Los polímeros

Los polímeros vírgenes o reciclados de poco valor o bajo costo de obtención son el polietileno, poliuretano y PVC de alta densidad entre otros. El termoplástico a utilizar puede presentarse en forma de grano, gránulo triturado, aglomerado o en polvo, teniendo que estar siempre limpio, libre de materiales o sustancias externas. Todos estos materiales, antes de ser transformados, deberán ser primero reducidos a un tamaño y tamizados para eliminar posibles materiales externos como piedras, cartones, arena, metales, etc.

Los polímeros en las reacciones de polimerización colocan sus unidades estructurales en cadenas lineales de amplia dispersión. Los polímeros con estas características son termoplásticos, lo que significa que sufren cambios con la aplicación de calor, y se estabilizan al enfriarlos.

Los polímeros en estado sólido podemos encontrarlos en dos maneras: estado cristalino o amorfo. Para el primer caso la estructura se encuentra ordenada en redes cristalinas. En cambio en el estado amorfo no existe ningún tipo de orden en su estructura, lo cual le da al material estabilidad dimensional y así la propiedad de un material isótropo, y al cristalino de anisótropo por presentar propiedades distintas según la dirección del eje del cristal.

Al aplicar temperatura, los polímeros amorfos sufren cambios en sus propiedades, al aumentar la temperatura las moléculas comienzan a moverse y permiten su aplicación en procesos de moldeo, el punto de temperatura donde el polímero se reblandece se le denomina Tg. (temperatura de transmisión vítrea). A esta temperatura el polímero es blando y muy viscoso, por debajo de Tg. el polímero es duro y rígido.

2.3 Adhesión matriz-fibra

La compatibilidad de la fibra con la matriz logra la adhesión de éstas. Como se trata de dos materiales distintos existen algunas características que no serán de ayuda para la compatibilidad del material.

2.3.1 Adhesión mecánica

Para lograr la mejor adhesión mecánica entre el polímero y la fibra, se debe lograr la mayor fluidez del polímero, ya que la fibra presenta diferencias en su superficie, de esta forma se consigue que el polímero tenga mayor contacto con la superficie irregular de la fibra.

Por parte de la fibra, ésta debe mantener su superficie libre de sustancias como polvo, tierra y residuos externos.

2.3.2 Adhesión de atracción electrostática

Las fuerzas de atracción entre dos superficies se producen cuando una de ellas tiene una tensión neta positiva y la otra negativa, esta atracción tendrá una importante influencia en la fijación de los agentes que se unen a la superficie de la fibra, pero no será determinante en la unión entre la fibra y la matriz.

2.3.3 Adhesión química

La adhesión por enlaces químicos entre la fibra y la matriz depende del número y del tipo de enlace existente.

2.3.4 Adhesión por absorción y humectación

La adhesión por absorción y humectación es un tipo de interacción física entre dos superficies eléctricamente neutras que se encuentran cerca. Para que exista una humectación el polímero debe estar fundido para cubrir la superficie y a la vez desplazar el aire presente.

2.3.5 Interdifusión

La interdifusión permite formar una unión entre dos superficies de polímeros a través de la difusión de las moléculas del polímero de una de las superficies, en la red molecular de la otra. La fuerza de unión entre fibra y polímero, dependerá del grado de enmarañamiento molecular y del número de moléculas implicadas. Esta interdifusión puede ser promovida por agentes plastificantes y disolventes. La difusión dependerá de la conformación molecular, de los constituyentes y de la facilidad del movimiento molecular (Vallejos 2006).

2.4 Tipos de moldeo para materiales compuestos

2.4.1 Moldeo por extrusión

En el proceso de extrusión se alimenta un cañón a temperatura con la mezcla madera y plástico, en forma de pellets o mezcla seca en polvo (dry blend), dentro del cañón uno o más tornillos lo compactan, funden y homogeneizan alimentando un cabezal que da forma al producto en su forma final o semi-terminado donde se dimensiona o se da un acabado final. En la mayoría de casos se usan pellets en extrusoras mono tornillo, y se usa mezcla seca en polvo en extrusoras doble tornillo (figura 2). Es en el cabezal donde se da la forma deseada al producto.

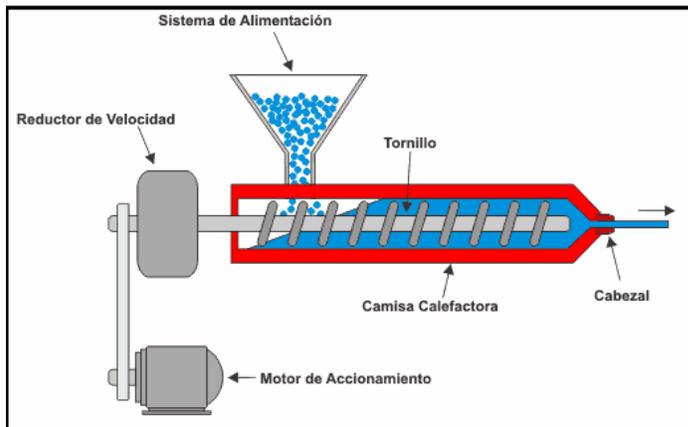


Figura 2: Esquema de una extrusora de compuestos madera-plástico

Fuente: www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado

2.4.2 Moldeo por inyección

La técnica de moldeo por inyección (figura 3), consiste inyectar la mezcla fundida dentro de un molde a alta presión. Ahí el material se enfría y finalmente se abre el molde y se expulsa el compuesto en su forma final. El proceso por inyección puede producir artículos más complejos que el proceso de extrusión.

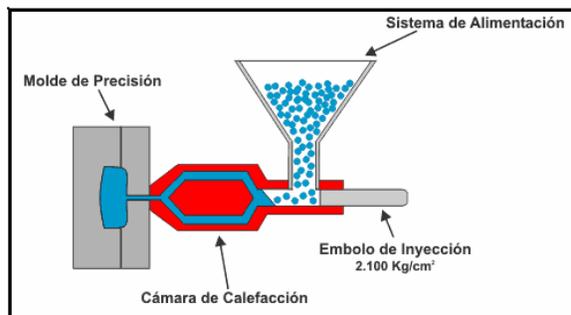


Figura 3: Esquema de una moldeadora por inyección de compuestos madera-plástico

Fuente: www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado

2.5 Algunas ventajas que se pueden lograr con materiales compuestos

La fabricación de materiales compuestos ha dado un producto que entrega características para su comercialización, siendo éstas las siguientes:

- Abundancia y bajo costo de la materia prima: los materiales plásticos utilizados en este tipo de compuestos pueden provenir de un proceso de reciclaje, lo cual disminuye su costo. Por otro lado las fibras de madera que se utilizan como refuerzo constituyen un desperdicio de la industria.
- Bajo impacto ambiental: la utilización de este tipo de materiales promueve el reciclaje, aprovecha un desecho industrial, hace uso de materiales biodegradables.
- Baja densidad: esta característica se logra con productos espumados, permite diseñar componentes ligeros y de buena rigidez, un ejemplo de esto son los paneles tipo sándwich. Muchos perfiles de madera plástica espumada ahorran costos y disminuyen peso sin sacrificar en mayor medida las capacidades estructurales del perfil.
- Apariencia y facilidad de proceso: la superficie de los productos de madera plástica se puede tratar de manera similar a la madera: se le puede pegar un acabado en chapa, recubrir con barnices, clavar, atornillar, taladrar, cepillar. También se pueden formar artículos similares a los encontrados con los productos plásticos tradicionales.
- Durabilidad: los compuestos de madera plástica requieren menor mantenimiento que las maderas comunes, ya que no se ven afectados ni por la humedad ni por los insectos. Permitiendo aplicaciones en las cuales los productos se someten a condiciones ambientales severas.
- Bajo nivel de abrasión de las fibras: las fibras naturales poseen la ventaja de ser menos abrasivas que otros tipos de refuerzo, promoviendo mayor duración de los equipos.
- Rigidez y estabilidad dimensional: estas dos propiedades se verán incrementadas mediante la adición del refuerzo, siempre y cuando se promueva una buena adhesión en la interfaz matriz / refuerzo.

2.6 Componentes presentes en los compuestos del estudio

2.6.1 Madera de *Pinus radiata* D. Don

El *Pinus radiata* D. Don o pino Insigne con una perfecta adaptación a las condiciones climáticas del país, y crecimientos óptimo entre Constitución y Valdivia, en las colinas de la Cordillera de la Costa, ofrece en la actualidad un ritmo de crecimiento anual superior a los 25 m³/ha. (CORMA 2008).

El buen ritmo de crecimiento ha hecho que en Chile existan más de 1,4 millones de ha plantadas con esta especie, correspondiente al 75% de la superficie entre las diferentes plantaciones existentes desde la V a la X Región, sustentando cerca del 80% del abastecimiento industrial de la madera. (INFOR-CONAF 2005).

El volumen total de madera para uso industrial cosechado en el año 2005 alcanzó a 32,66 millones de m³ ssc, la producción de astillas de *pinus radiata* llegó a 4,7 millones de m³, Por otra parte, en el mismo año la producción de madera aserrada llegó a los 8,3 millones de m³. (INFOR, mercado forestal N° 22 2006). Tales cifras indican un importante volumen de astillas y aserrín que son utilizadas principalmente en sistemas de generación de energía dentro de las mismas industrias. Otra importante fracción de astillas y aserrín son comercializadas dentro de la industria de los tableros de partícula obteniendo grandes ganancias gracias a este subproducto.

2.6.2 Pellet

El pellet fue desarrollado en la Washington State University y posteriormente en Chile se adicionan los aditivos (filtros UV) y pigmentos de distintas coloraciones, dentro de este grupo se encuentran las muestras 1 a 12 y 15 del cuadro 1.

Para este estudio el Pellet fue obtenido producto de la mezcla de un polímero (polipropileno) y partículas de aserrín de *pinus radiata* en un 60 %, de granulometría 40-60 mesh, realizada por el Laboratorio de Materiales Compuestos de la Universidad del Bío-Bío.

2.6.3 Polipropileno

El polipropileno es un termoplástico semicristalino, que se produce polimerizando propileno en presencia de un catalizador específico. El polipropileno tiene múltiples aplicaciones, por lo que es considerado como uno de los productos termoplásticos de mayor desarrollo en el futuro. Es un producto inerte, totalmente reciclable, su incineración no tiene ningún efecto contaminante, y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental. (Vallejos 2006).

2.6.4 Aditivos

El aditivo es una sustancia que se utiliza en pequeñas cantidades para cambiar las propiedades de otra. Para los materiales compuestos utilizados en este estudio se utilizó amortiguadores de luz ultravioleta, tipo TINUVIN, para evitar quemaduras y reacciones químicas que dan lugar a la variación superficial de los compuestos. Además se utilizaron pigmentos para obtener acabados de distintas coloraciones, los que se fabrican a altas temperaturas para así proporcionar resistencia a alta temperaturas, ambientes agresivos y a la migración.

2.7 Factores que determinan los estados superficiales de lo compuesto madera-plástico

2.7.1 Maquinado

En los procesos de elaboración de madera-plástico el tipo maquinado presente entrega características superficiales del producto, las cuales influyen en su funcionalidad. La figura dominante en una superficie está influenciada por el método de maquinado, ya que cada tipo de máquina y herramienta utilizada deja marcas distintivas en la superficie (Guerrero L. 2003).

Se pueden distinguir tres aspectos que influyen en la calidad de la superficie de los productos maquinados:

1. Condiciones y características de la herramienta.
2. Condiciones de operación de la máquina-herramienta.
3. Propiedades mecánicas de la pieza de trabajo.

El identificar la influencia que estos aspectos tienen en las superficies maquinadas permite mejorar los parámetros de presión, y detectar eventuales fallas de maquinado (tales como irregularidades en superficie de platos o en cabezal de extrusión, malas sujeciones, etc.), así también, encontrar situaciones de trabajo que den como resultado una mayor calidad en el compuesto.

2.7.2 Envejecimiento.

Al terminar la formación de una pieza ésta no tiene una característica superficial definida de por vida, las condiciones a su alrededor pueden afectar de diversas maneras su calidad superficial, es por esta razón que dentro de este estudio se consideran dos tipos de exposición, las cuales tienen un efecto de envejecimiento del compuesto, cada una enfocada para evaluar diferentes propósitos:

- a) Envejecimiento acelerado con los UV: Pretende analizar cambios en la rugosidad superficial con el fin de usar este tipo de envejecimiento en cambios en la calidad superficial.

- b) Envejecimiento natural: Analizar cambios de rugosidad superficial para evaluar comportamiento en servicio del material.

2.8 Método de caracterización de rugosidad por contacto.

Existen varias técnicas para calcular la rugosidad de superficie. El método escogido para el presente estudio es el de la detección por aguja o más bien, identificado como método por contacto. La aguja de sondeo, conectada con un aparato de medida, realiza un barrido sobre la superficie del compuesto maderaplástico. El movimiento bidimensional de la aguja permite conseguir una representación gráfica de la superficie basada en la amplificación eléctrica de la señal generada por el palpador que traduce las irregularidades del perfil de la sección de la pieza (figura 4). Este método permite calcular la rugosidad de superficie del material hasta cierto punto.



Figura 4: Tester de rugosidad por contacto tipo stylus modelo Mitutoyo SJ-210

El parámetro escogido de rugosidad de superficie es el de la media aritmética (R_a) medio en (μm) de rugosidad, ya que este valor es el más utilizado en procesos productivos, además en este caso, el estudio permitirá abrir la discusión ante la utilización del método óptico utilizado en el estudio en paralelo que utiliza (R_a) como parámetro.

Desviación media aritmética del perfil R_a : es la media aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil, en los límites de la longitud básica (L). El valor de rugosidad medio es equiparable a la altura de un rectángulo cuya longitud es igual al tramo total l_m (Figura 5) y que tiene la misma superficie que la superficie situada entre el perfil de rugosidad y la línea media (Rolleri, A. 2003).

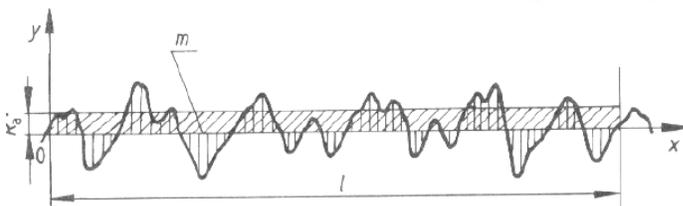


Figura 5: Parámetro de rugosidad, R_a rugosidad media

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Material

3.1.1 *Sustrato*

Para la recolección y posterior interpretación de los datos de rugosidad, se utilizó material facilitado por el laboratorio de materiales compuestos dependiente de la Universidad del Bío-Bío,

Dentro un grupo de 90 muestras recibidas, están presentes tres tipos de materiales, que son derivados de diferentes procesos y composición, como se describen a continuación:

3.1.1.1 Probetas prensadas de compuesto madera-plástico:

En este primer grupo de muestras, existen 14 patrones diferentes, en donde cada uno tiene dos pares obtenidos de la misma manera, pero un par esta bajo tratamiento de envejecimiento artificial acelerado durante 200 Hrs., ciclo UV y el otro par esta bajo tratamiento de envejecimiento natural de 3 meses.

La base en la composición de este compuesto son partículas de *pinus radiata* presentes en un 60% y polipropileno, lo que hace variar a los patrones en este grupo son los diferentes tonos de pigmento y en algunos casos la incorporación de filtro UV, que va desde el 0.5 al 1%.

3.1.1.2 Probetas de madera de *pinus radiata* cepillada

En el segundo grupo se encuentran 2 patrones para la madera de *pinus radiata*, en donde cada uno tiene dos pares de iguales características y al igual que en el primer grupo, cada par es sometido a los mismos tratamientos de envejecimiento, la diferencia entre las dos se encuentra en que una de ellas fue cepillada y sellada con pintura blanca primer Masonite y la otra sólo está cepillada. Estas muestras corresponden a la numeración 13 y 16 del cuadro 1.

3.1.1.3 Probetas madera-plástico extruído y posteriormente cepilladas:

En el tercer grupo de muestras desarrolladas por la Washington State University, se encuentran dos patrones diferentes y el tratamiento de envejecimiento para cada par es el mismo antes descrito.

Cuadro 1: muestras materiales compuestos, procesos y aditivos

Muestras	Proceso / Aditivo
1	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Pigmento verde
2	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin + Pigmento verde
3	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Pigmento Azul
4	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin + Pigmento azul
5	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Pigmento Café 1%
6	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin + pigmento café 1%
7	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Pigmento Café 0.5%
8	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin + Pigmento café 0.5%
9	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Pigmento Rojo
10	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin + Pigmento rojo
11	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Masterbatch plata
12	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin + Masterbatch plata
13	Madera de <i>pinus radiata</i> cepillada pintada con pintura blanca primer Masonite
14	Madera plástico cepillada pintada con pintura blanca primer Masonite
15	Compuesto Pellet <i>pinus radiata</i> y polipropileno + Tinuvin
16	Madera de <i>pinus radiata</i> seca cepillada
17	Compuesto madera plástico, extruído en perfil cepillado
18	Compuesto madera plástico, extruído en perfil cepillado, dejando cara extruída a la vista.

3.1.2 Equipos

3.1.2.1 Tester de Rugosidad

Para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación se utilizó un rugosímetro por contacto tipo stylus modelo Mitutoyo SJ-210. Facilitados por el Instituto de Tecnología de Productos Forestales de la Universidad Austral.

3.2 Método

3.2.1 Determinación de rugosidad.

Una vez recibidas las muestras, fueron ordenadas por sus correspondientes grupos (figura 6) y protegidas de la luz natural y artificial, con el fin de que éstas no sean alteradas. A continuación se fue realizando, a cada muestra, seis mediciones de rugosidad por contacto, en zonas específicas, tal como se indica en la figura 7, para ello se utilizó un tester de rugosidad o rugosímetro, con el cual se obtuvo valores de rugosidad medio Ra en μm .

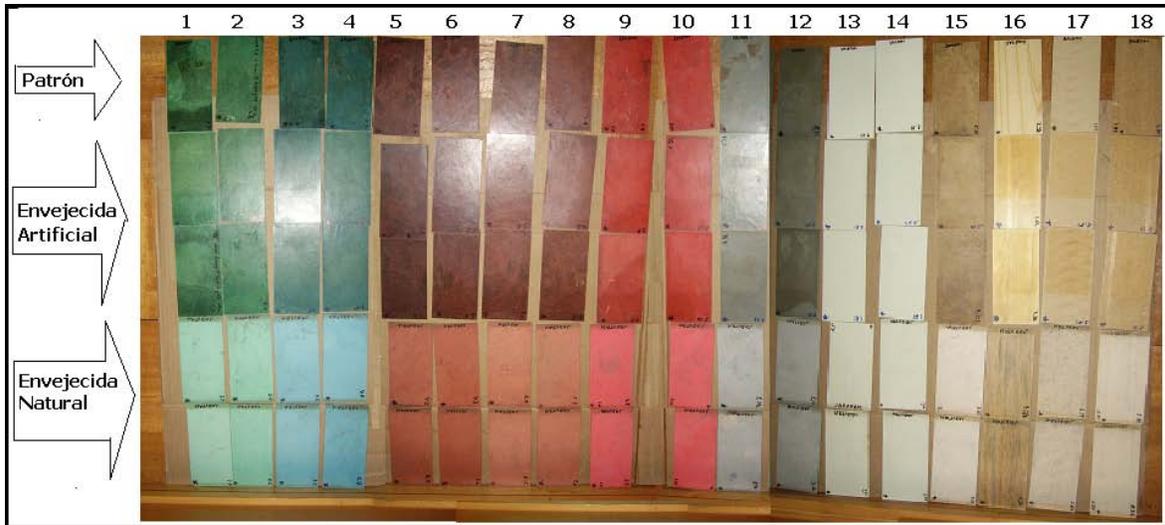


Figura 6: Total de muestras para medición de rugosidad, la fila 1 corresponde a los patrones sin envejecer, filas 2 y 3 corresponden a las envejecidas artificiales del mismo patrón y finalmente filas 4 y 5 corresponde a las envejecidas naturalmente.

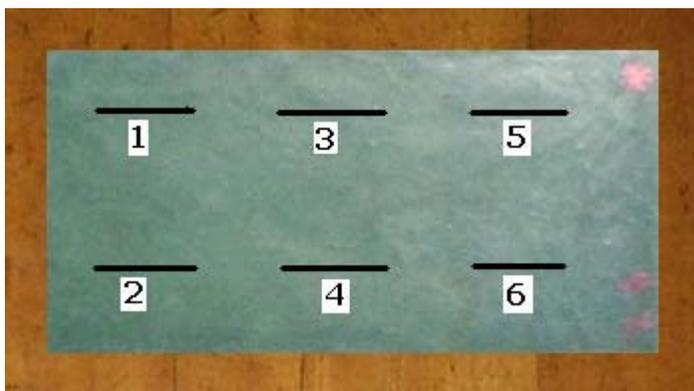


Figura 7: Zona de medición de rugosidad por probeta.

Los datos correspondientes a R_a , se ingresaron en el cuadro 2, para reflejar los resultados obtenidos en cada material y posteriormente identificar diferencias o tendencias significativas de rugosidad entre las muestras patrón (sin envejecer), y los pares de envejecidas artificial y naturalmente.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características de los compuestos

La recolección de los datos de rugosidad Ra para los compuestos han sido separados según se ha especificado en el método de trabajo, para evaluar los posibles cambios provocados por el envejecimiento artificial y natural, además de la separación por grupos de compuestos, resulta de interés hacer observaciones a las muestras de compuestos Pellet pinus radiata y polipropileno, debido a que algunas muestras contienen Tinuvin como protector UV. En el resto de los grupos se evaluará los cambios de rugosidad por los efectos del envejecimiento artificial y natural.

Cuadro 2: valores de rugosidad Ra en μm . de todas las muestras

PATRÓN																		
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1,05	1,33	1,78	1,77	1,48	3,06	6,24	1,39	1,68	1,84	1,11	1,22	11,73	3,36	0,77	3,18	4,85	7,71
2	0,77	1,76	1,3	1,61	1,84	2,11	1,68	1,97	1,58	1,06	1,48	1,27	8,6	4,63	1,32	3,27	2,93	9,45
3	1,29	1,25	1,58	1,11	2,3	2,18	5,43	1,95	2,75	1,36	1,2	1,49	7,26	4,06	1,03	1,87	8,37	8,39
4	1,42	7,28	1,94	1,48	3,62	7,44	1,38	1,9	2,12	1,09	1,44	1,37	6,99	4,04	0,75	2,47	4,6	9,47
5	1,62	1,24	1,63	1,58	7,58	2,03	6,24	4,06	1,98	1,29	1,97	0,97	12,74	3,84	0,59	1,8	15,88	6,3
6	1	4,8	1,54	1,73	3,22	3,4	2,3	1,39	1,47	1,23	1,11	1,42	7,6	4,33	0,64	2,98	4,43	6,89
\bar{X}	1,19	2,94	4,75	1,55	3,34	3,37	3,88	2,11	1,93	1,31	1,39	1,29	9,15	4,04	0,85	2,6	6,84	8,04
ENVEJECIDA ARTIFICIAL																		
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1,28	1,84	1,51	1,32	3,23	1,64	1,8	1,34	1,44	1,08	1,38	0,64	5,32	8,33	0,86	3,66	8,41	6,11
2	1,51	1,9	1,35	2,19	2,53	1,82	1,67	1,95	1,86	1,18	2,68	1,02	3,26	5,27	0,55	3,18	8,72	9,78
3	1,65	1,76	1,53	3,93	3,19	5,62	1,91	1,52	1,59	1,1	1,31	0,88	4,73	3,97	0,7	4,53	7,63	5,25
4	1,95	4,7	1,49	2,11	5,04	1,48	1,65	1,01	1,43	1,12	1,62	0,98	9,58	3,3	0,58	3,35	5,27	14,64
5	1,56	1,26	1,17	1,14	5,15	1,66	1,94	2,77	1,33	1,35	1,73	0,81	4,00	5,13	0,8	3,23	8,57	7,13
6	1,89	1,62	1,57	5,58	1,4	1,95	1,21	1,81	1,46	0,69	2	0,87	4,24	5,39	0,67	3,88	7,54	12,22
\bar{X}	1,64	2,18	1,44	2,71	3,42	2,36	1,7	1,73	1,52	1,09	1,79	0,87	5,19	5,23	0,69	3,64	7,69	9,19
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1,3	2,8	1,1	1,94	1,85	1,66	2,05	1,71	6,02	1,63	1,43	0,67	2,83	3,94	1,93	3,42	3,56	9,59
2	1,17	8,09	2,42	1,65	1,36	1,61	2,21	2,61	2,28	1,89	3,11	0,91	2,8	5,63	1,11	2,59	14,46	9,1
3	2,32	1,52	1,18	2,07	1,15	2,27	1,86	1,54	1,03	1,21	1,56	1,1	2,98	3,86	5,32	2,6	4,66	11,96
4	1,28	1,35	1,86	2,68	1,55	1,09	2,55	2,52	2,24	2,32	1,82	0,97	3,9	5	2,43	3,45	9,82	10,69
5	1,67	1,74	1,62	2,1	2,32	4,17	1,46	1,27	1,49	1,46	1,74	1,01	4,99	2,99	0,92	2,53	5,92	8,81
6	1,94	1,12	1,85	9,06	1,92	2,07	1,67	5,05	1,77	1,57	1,57	0,79	3,79	3,87	1,32	2,45	10,32	9,12
\bar{X}	1,61	2,77	1,67	3,25	1,69	2,15	1,97	2,45	2,47	1,68	1,87	0,91	3,55	4,22	2,17	2,84	8,12	9,88

ENVEJECIDA NATURAL																		
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2,83	5,11	3,23	2,94	3,13	2,64	4,06	2,31	3,37	6	3,65	3,11	8,64	7,64	3,72	5,25	7,44	9,78
2	3,82	2,62	3,96	2,49	2,81	5,35	4,39	3,2	3,15	4,78	4,38	2,5	8,3	5,61	3,17	4,24	6,11	7,98
3	3,7	2,87	3,42	2,74	4,33	2,84	2,9	5,29	2,28	4,01	4,74	2,28	5,54	9,85	2,72	3,25	7,01	8,56
4	3,27	3,75	4,19	2,93	2,89	3,34	2,41	3,06	2,67	8,42	3,09	2,04	5,73	6,36	2,18	3,47	5,36	7,42
5	3,42	3,09	3,78	3,03	2,6	3,16	2,57	6,73	8,78	6,89	6,04	2,35	5,2	5,41	3,59	4,11	6,38	8,34
6	4,33	5,02	3,36	2,67	4,04	2,34	2,87	4,74	4,66	2,6	9,25	5,25	6,37	4,98	3,34	5,09	6,35	7,39
\bar{x}	3,56	3,74	3,66	2,8	3,3	3,28	3,2	4,22	4,15	5,45	5,19	2,92	6,63	6,64	3,12	4,24	6,44	8,25

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3,33	2,58	2,97	3,29	2,92	3,03	3,57	3,57	2,68	2,78	5,65	2,58	6,6	6,29	4,98	4,03	5,02	8,01
2	3,08	2,72	2,58	4,77	2,83	2,85	4,8	3,37	2,62	3,17	1,94	2,74	7,36	6,91	3,01	5,17	8,6	9,57
3	3,96	3,68	2,81	6,42	4,48	4,58	4,94	3,54	2,57	2,85	2,07	2,62	6,65	6,22	3,17	4,46	6,73	6,5
4	3,16	2,74	2,7	2,12	2,53	5,16	3,86	3,79	3,9	2,3	6,26	2,94	5,99	6,25	2,64	4,38	6,31	10,92
5	2,39	3,54	3,19	3,3	3,18	2,56	3,17	3,22	2,45	2,09	2,89	2,91	9,38	5,17	3,49	4,12	5,29	8,57
6	3,98	3,87	2,62	6,62	3,94	4,91	5,46	2,71	4,12	3,01	6,46	3	5,73	7	2,45	4,08	6,93	9,31
\bar{x}	3,32	3,19	2,81	4,42	3,31	3,85	4,3	3,37	3,06	2,7	4,21	2,8	6,95	6,31	3,29	4,37	6,48	8,81

Distribución normal de la población de datos

Parámetros:

Media : 3,61
 Desviación estándar : 2,5

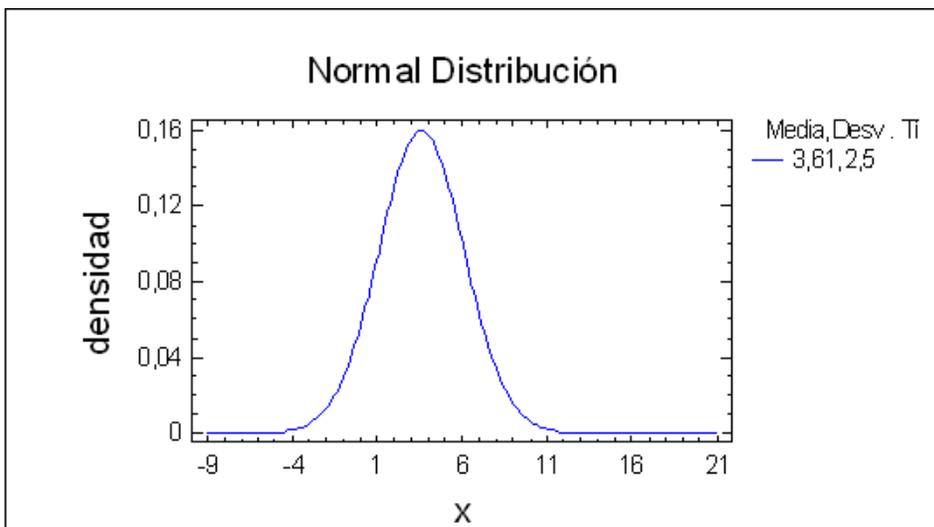


Figura 8. Gráfico de la distribución normal de los datos de rugosidad Ra

Cuadro 3. Tabla de la distribución acumulativa para la población de datos

Distribución	
Variable	Distribución Normal
Área de cola inferior (<)	0,07
Densidad de Probabilidad	0,06
Área de cola Superior (>)	0,93

En el cuadro 3 se evalúa la distribución normal. El resultado indica que en la distribución, la probabilidad de obtener un valor menos de 0,0 es 0,07. También, la probabilidad de obtener un valor mayor que 0,0 es 0,93. Por lo tanto, la población de datos tiene una distribución normal.

4.2 Resultados de rugosidad en compuestos pellet, *Pinus radiata* D. Don y polipropileno según los tratamientos recibidos

El primer grupo de muestras corresponde a compuesto Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensado, en donde algunas muestras contienen Tinuvin como protector UV. Debido a esta variable se realizaron los siguientes test estadísticos para encontrar diferencias entre las muestras:

- Estadística descriptiva por grupo
- Análisis de varianza (Tabla ANOVA) por compuesto y grupal.
- Contraste múltiple de rango para rugosidad por compuesto y grupal

Este primer análisis se realizó a cada compuesto Pellet *pinus radiata* y polipropileno, correspondientes desde las muestras 1 al 12 del cuadro 1 (material y método), con el fin de identificar variaciones y diferencias en los valores de rugosidad Ra, ante los tratamientos de envejecimiento.

En el cuadro 4 presenta una comparación entre los datos estadísticos de la población de los compuestos Pellet *pinus radiata* y polipropileno según el tratamiento. En este primer caso se puede observar que la rugosidad no presenta un comportamiento esperado figura 9, ya que los tratamientos de envejecido deberían aumentar en ambos casos, sin embargo se observa que existe mayor notoriedad de variación desde el patrón al envejecido natural. Los resultados en estadística descriptiva hace necesario efectuar los análisis de varianza por cada compuesto y evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la rugosidad Ra de cada compuesto.

Cuadro 4. Muestra los resultados de estadística descriptiva para los compuestos del 1 al 12.

Estadísticos	Patrón	Acelerado	Natural
Número de muestras	72	72	72
Media	2,17	1,97	3,63
Desviación	1,58	0,91	0,9
Mínimo	0,77	0,66	2,43
Máximo	7,58	5,87	7,86
Mediana	1,61	1,72	3,43

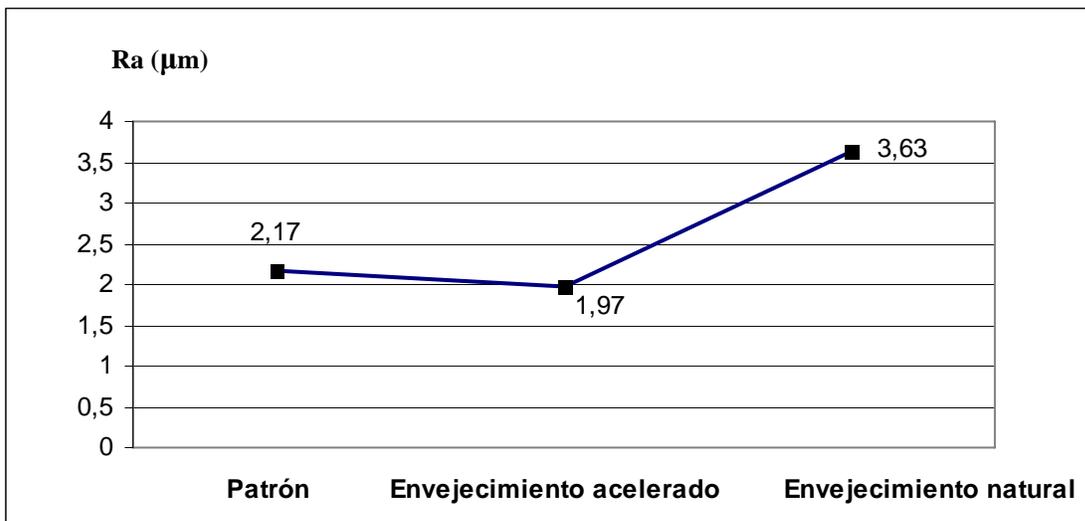


Figura 9. Gráfico de medias para los distintos tratamientos de los compuestos del 1 al 12.

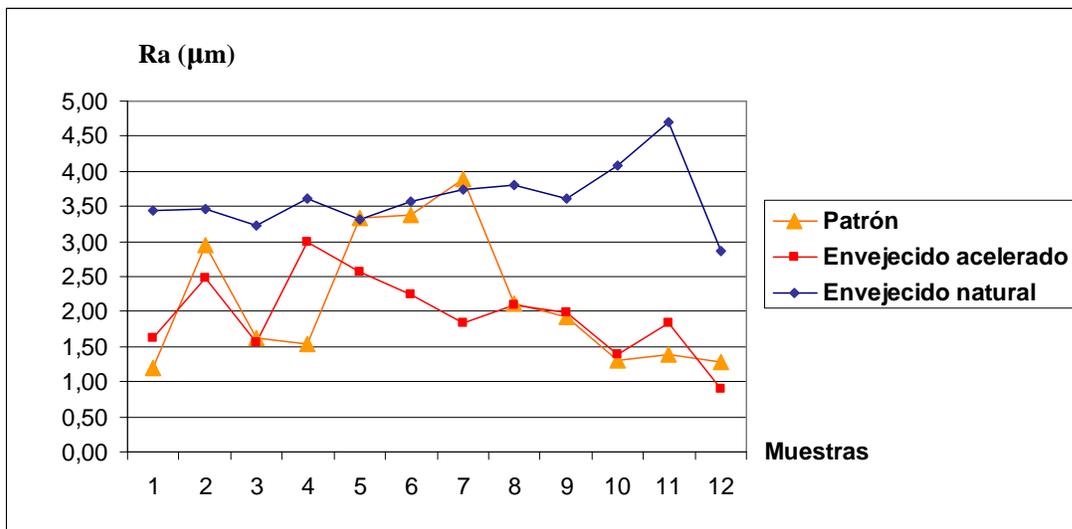


Figura 10. Gráfico de dispersión para los 12 compuestos a los 3 niveles de tratamiento.

A continuación se presenta los resultados obtenidos del análisis de varianza (Tabla ANOVA), en el Anexo 2 se encuentran las tablas ANOVA y los cuadros de contraste múltiple de rangos, los parámetros aplicados desde la muestra 1 a 12 son:

- Variable dependiente : rugosidad Ra.
- Factor : tratamientos de la muestra
- Numero de observaciones: 18 por compuesto

En el caso de encontrar diferencia en la tabla ANOVA o para comprobar diferencias entre pares de tratamiento se realizo un contraste múltiple de rango para cada compuesto, con un nivel de confianza de 95%.

4.2.1 Resultados de los test estadísticos por compuesto y tratamiento.

Se observa en el cuadro 5 que no hay recurrentes diferencias entre las muestras patrón y envejecido acelerado, esta situación se puede deber a que las muestras no provengan de la misma zona de muestreo, pensando en el tipo de proceso por el cual fue formado el compuesto.

En los resultados entre las muestras patrón y las envejecidas naturalmente se hace notar un aumento mas agresivo en la rugosidad de las piezas al aplicar un envejecimiento natural, sin embargo existe la incertidumbre ante esta situación debido a intervención de otros factores externos en el manejo de las muestras.

Cuadro 5. Resumen de los resultados obtenidos, en donde al existir una diferencia en la tabla ANOVA, se pasa al contraste múltiple de rangos para detallar los pares con diferencia.

Resultados				
Compuestos	Tabla ANOVA	Contraste Múltiple de Rango		
1	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
2	No hay diferencias			
3	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
4	No hay diferencias	Natural - Patrón		
5	No hay diferencias			
6	No hay diferencias			
7	Hay diferencias		Acelerado - Natural	Acelerado - Patrón
8	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
9	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
10	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
11	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
12	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
14	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	
15	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	

De los resultados entre envejecido acelerado y envejecido natural se observa que hay diferencias en la mayoría de las muestras, lo cual era un resultado esperado, para evaluar la agresividad de cada uno, pero en este caso la diferencia se produce por una cercanía en los valores de rugosidad entre patrón y envejecido acelerado.

Debido a los resultados antes descritos se realiza a continuación el análisis de este mismo grupo para determinar en que grado la presencia de Tinuvin en algunas muestras afecta a la rugosidad de los compuestos.

4.2.2 Análisis de la influencia del Tinuvin en los compuestos Pellet pinus radiata y polipropileno.

Al comprobar en el análisis anterior que el tratamiento mas agresivo fue el envejecimiento natural, este análisis se realizó entre las muestras patrón y envejecimiento natural, obteniendo las diferencias aritméticas (cuadro 6) que existe entre los dos tratamientos, identificando las muestras que contienen Tinuvin como protector UV.

Cuadro 6. Muestra las diferencias aritméticas entre valores de rugosidad Ra de los compuestos patrón y envejecimiento artificial, con y sin Tinuvin.

Compuestos	Patrón-Envejecimiento natural
1	2,25
2 con Tinuvin	0,52
3	1,61
4 con Tinuvin	2,06
5	-0,03
6 con Tinuvin	0,19
7	-0,13
8 con Tinuvin	1,68
9	1,67
10 con Tinuvin	2,76
11	3,32
12 con Tinuvin	1,57

Si bien en algunos compuestos los resultados de las diferencias aritméticas demuestran un menor valor para los compuestos con Tinuvin, también se encuentran valores altos que se contraponen ante estos resultados, de la misma forma ocurre con los compuesto sin el Tinuvin, en los cuales se encuentran valores altos y bajos, por lo tanto no se revela un efecto concreto en el cambio de rugosidad al evaluar muestras con y sin Tinuvin.

4.3 Resultados de rugosidad en grupo dos madera de *Pinus Radiata* cepilladas

Dentro de este grupo la primera muestra es madera de *pinus radiata* cepillada con tratamiento superficial líquido primer Masonite blanco, la segunda muestra corresponde a madera de *pinus radiata* cepillada sin tratamiento superficial, cada una descrita como 13 y 16 correspondientemente en el cuadro 1.

Los resultados (cuadro 7) arrojan una desordenada distribución de los datos. Se esperaba que los tratamientos de envejecimiento produjeran un aumento de la rugosidad, esta situación no se manifestó probablemente denuevo el factor diseño experimental causo la distorsión de los datos. No existe una correspondencia entre el patrón y las muestras envejecidas.

Cuadro 7. Resultados de estadística descriptiva de los valores de rugosidad en madera de *pinus radiata* cepillada pintada con primer Masonite blanco

Estadísticos	Patrón	Acelerado	Natural
Número de muestras	6	6	6
Media	9,15	4,41	5,43
Desviación	2,47	1,18	1,13
Mínimo	6,99	3,59	4,25
Máximo	12,74	6,73	6,92
Mediana	8,10	3,97	5,11

Diferente es el caso para la madera de *pinus radiata* cepillada desnuda, en donde si se puede apreciar de alguna forma las diferencias entre cada tratamiento (cuadro 8). Entre las muestras patrón y envejecimiento acelerado hay algunos casos donde los datos se acercan entre sí (figura 12), pero en definitiva el resultado de las medias separa a estos dos tratamientos. También se puede observar que una vez más el envejecimiento natural demuestra ser el más agresivo entre los tratamientos.

Cuadro 8. Resultados de estadística descriptiva de los valores de rugosidad en madera de *pinus radiata* cepillada desnuda

Estadísticos	Patrón	Acelerado	Natural
Número de muestras	6	6	6
Media	2,60	3,19	5,66
Desviación	0,65	0,37	0,87
Mínimo	1,80	2,91	4,88
Máximo	3,27	3,90	7,28
Mediana	2,73	3,09	5,44

Al realizar los análisis ANOVA y contraste múltiple de rango se repite lo descrito anteriormente, pero dejando en claro que la primera muestra del grupo no reveló los valores esperados, los análisis mencionados se encuentran más detallados en el Anexo 2, con los correspondientes valores y cuadros, señalados por cada compuesto.

Cuadro 9. Resumen tabla ANOVA y contraste múltiple de rangos para detallar los pares de madera cepillada con y sin tratamiento superficial bajo dos esquemas de envejecimiento.

Resultados				
Compuestos	Tabla ANOVA	Contraste Múltiple de Rango		
13	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	Acelerado - Patrón
16	Hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	Acelerado - Patrón

4.4 Resultados de rugosidad en grupo tres compuestos extruídos

En el tercer grupo la primera muestra corresponde a un compuesto madera plástico extruído y un perfil cepillado, la segunda muestra, también de madera plástico extruído pero con la cara extruída sin cepillar..

Como el primer compuesto presenta una de sus caras cepillada es este maquinado el que otorga la calidad de la superficie. En el cuadro 10 se puede observar que los valores de rugosidad de las probetas envejecidas son mayores que el patrón, confirmándose una vez más el efecto de estos tratamientos en los estados superficiales de los composites a prueba. El envejecimiento acelerado es el más agresivo, tal tendencia no es la misma que se encuentra en el resto del trabajo donde el natural presento ser el mas agresivo. Se desconoce si las

condiciones para el tratamiento acelerado fueron modificadas durante el envejecimiento de las muestras.

Cuadro 10. Resultados de estadística descriptiva de los valores de rugosidad en compuesto madera plástico, extruído en perfil cepillado

Estadísticos	Patrón	Acelerado	Natural
Número de muestras	6	6	6
Media	6,84	8,44	7,34
Desviación	4,78	1,47	0,78
Mínimo	2,93	6,44	6,39
Máximo	15,88	9,96	8,61
Mediana	4,73	8,55	7,20

En el segundo compuesto el rastreo de datos se realizó sobre la superficie de la cara extruída, por lo tanto las características superficiales están dadas por el cabezal de la extrusora. Las tendencias de los resultados en el cuadro 11 se repiten con los encontrados para el compuesto cepillado; se eleva la rugosidad después de un envejecimiento acelerado, sin embargo decaen los valores de rugosidad natural.

Cuadro 11. Resultados de estadística descriptiva de los valores de rugosidad en compuesto madera plástico, extruído en perfil cepillado, dejando cara extruída a la vista.

Estadísticos	Patrón	Acelerado	Natural
Número de muestras	6	6	6
Media	8,04	9,00	7,65
Desviación	1,31	1,94	1,10
Mínimo	6,30	6,58	6,52
Máximo	9,47	11,78	9,09
Mediana	8,05	9,02	7,53

Los análisis ANOVA y contraste múltiple de rango del cuadro 12, demuestran la homogeneidad de los tratamientos y que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ningún tratamiento, esta situación demuestra, que debido al diseño experimental, no es posible distinguir con exactitud los resultados y tendencias de los niveles de tratamiento. Los análisis se encuentran en el Anexo 2, señalados por el número de compuesto.

Cuadro 12. Resumen tabla ANOVA y contraste múltiple de rangos para detallar los pares de compuesto madera plástico, extruído con y sin cepillar bajo dos esquemas de envejecimiento.

Resultados				
Compuestos	Tabla ANOVA	Contraste Múltiple de Rango		
17	No hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	Acelerado - Patrón
18	No hay diferencias	Natural - Patrón	Acelerado - Natural	Acelerado - Patrón

5 CONCLUSIONES

- Los estados superficiales de los materiales compuestos madera-plástico y madera todos ellos con diversos, maquinados, tratamientos superficiales y aditivos sufren cambios después de ser envejecidos de forma acelerada o natural
- El envejecido natural domina como el proceso más agresivo en la mayoría de los grupos de materiales
- El efecto protector de Tinuvin en contra de la radiación UV no se pudo comprobar fehacientemente
- Un mejor diseño experimental hubiera dado más claridad en las tendencias y seguramente se hubiese comprobado el efecto protector de Tinuvin UV

6 BIBLIOGRAFIA

- CORMA (2008) plantaciones forestales, *Pinus radiata*. INTERNET: http://www.corma.cl/portal/menu/recurso_forestal/Plantaciones/pino_radiata.html
- Guerrero L. F. Eugenio. (2003). *Caracterización de superficies maquinadas por medio de parámetros de rugosidad*. Sistemas Integrados de Manufactura, División de Ingeniería Mecánica, México. 62-68 pp.
- INFOR – CONAF (2005) Sector forestal en cifras. INTERNET: <http://www.lignum.cl>. (Abril 25, 2006).
- INFOR (2006) Mercado forestal N°22 (Noviembre, 2006).
- Llop M. López J. (2005) Influencia de la modificación de las fibras sobre las características a fractura de un poliestireno reforzado con fibra de Yute.
- Rolleri A. (2003). *Characterization of wood-based panels surfaces by contact and non-contact methods*, The Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology of Georg-August-University Göttingen. 146 p.
- Vallejos M. (2006) Aprovechamiento integral del cannabis sativa como material de refuerzo/carga del polipropileno.

ANEXOS

ANEXOS 1
Abstract

ABSTRACT

The following work was made to be able to know the differences of surface roughness in composite wood and plastic submitted to treatments of aged accelerated and natural process.

14 compound types of pellet *pinus radiata* and polypropylene were used to which accelerated aged samples are added and naturally aged samples were used to. Were added in addition 2 extracted plastic wood samples were presented within the work compound with the same pairs of aged samples. Wood samples were aged in the same way.

The final results showed that, statistically there aren't significant differences in the surface roughness between the compounds that had not been aged and the accelerated aged compounds, and in most cases both data were inside of a same homogenous group. In case of establishing a statistically significant difference between the treatments of aged, this difference appears in greater measurement between compounds without aging and the naturally aged ones. Also it is the same between accelerated aged and natural aged one.

Within the group of composed pellet *pinus radiata* and polypropylene I made the analysis to know if there is differences exists between samples that contain UV protector or the ones without protector, but with the same pigment. The result shows no differences at any level of aged treatment.

Finally because the Set of samples come from a project with experimental proposed design for different studies, this demonstrates to be an inappropriate one to solve the hypothesis raised in this study that was to prove the direct relation between aging and levels of roughness, and the additive effect in its control.

Key word: Compound plastic wood, roughness

ANEXOS 2

Cuadros ANOVA y contraste múltiple de rangos por compuesto

Compuesto 1

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 1. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 1 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	17,07	2	8,54	63,30	0,00
Intra grupos	2,02	15	0,13		
Total (Corr.)	19,10	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 2. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6,00	1,19	X
Acelerado	6,00	1,63	X
Natural	6,00	3,44	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,81		0,45
Acelerado - Patrón	0,44		0,45
Natural - Patrón	*2,25		0,45

El * indica existe diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 2

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 3. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 2 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2,96	2	1,48	0,51	0,61
Intra grupos	43,45	15	2,90		
Total (Corr.)	46,42	17			

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un 95,0%.

Cuadro 4. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	2,48	X
Patrón	6	2,94	X
Natural	6	3,47	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	-0,99		2,09
Acelerado - Patrón	-0,47		2,09
Natural - Patrón	0,53		2,09

No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza.95,0%.

Compuesto 3

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 5. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 3 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	GI	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	10,82	2	5,41	113,32	0,00
Intra grupos	0.72	15	0,05		
Total (Corr.)	11.53	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 6. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6,00	1,56	X
Patrón	6,00	1,63	X
Natural	6,00	3,24	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,68		0,27
Acelerado - Patrón	-0,07		0,27
Natural - Patrón	*1,61		0,27

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas.

2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 4

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 7. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 4 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	13,46	2	6,73	3,62	0,05
Intra grupos	27,87	15	1,86		
Total (Corr.)	41,33	17			

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un 95,0%.

Cuadro 8. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Contraste Múltiple de Rango para Rugosidad según Tratamiento			
Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	1,55	X
Acelerado	6	2,98	XX
Natural	6	3,61	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	-0,63		1.68
Acelerado - Patrón	1,44		1.68
Natural - Patrón	*2,07		1.68

2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas

Compuesto 5

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 9. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 5 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2,34	2	1,17	0,57	0,58
Intra grupos	30,66	15	2,04		
Total (Corr.)	33,00	17			

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un 95,0%.

Cuadro 10. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	2,56	X
Natural	6	3,31	X
Patrón	6	3,34	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	-0,75		1,76
Acelerado - Patrón	-0,78		1,76
Natural - Patrón	-0,03		1,76

No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza 95,0%. Los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas.

Compuesto 6

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 11. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 6 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	5,98	2	2,99	1,59	0,24
Intra grupos	28,22	15	1,88		
Total (Corr.)	34,20	17			

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un 95,0%.

Cuadro 12. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	2,26	X
Patrón	6	3,37	X
Natural	6	3,57	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	-1,31		1,69
Acelerado - Patrón	-1,11		1,69
Natural - Patrón	0,195		1,69

No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza.95,0%. En la parte superior de la página, se identifica un grupo homogéneo según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas.

Compuesto 7

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 13. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 7 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	15,77	2	7,88	4,01	0,04
Intra grupos	29,47	15	1,96		
Total (Corr.)	45,24	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 14. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	1,83	X
Natural	6	3,75	X
Patrón	6	3,87	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,92		1,73
Acelerado - Patrón	*-2,05		1,73
Natural - Patrón	-0,13		1,73

El asterisco indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 8

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 15. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 8 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	11,52	2	5,76	8,29	0,00
Intra grupos	10,41	15	0,69		
Total (Corr.)	21,93	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 16. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	2,09	X
Patrón	6	2,11	X
Natural	6	3,8	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,71		1,03
Acelerado - Patrón	-0,02		1,03
Natural - Patrón	*1,69		1,03

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 9

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 17. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 9 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	GI	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	10,84	2	5,42	6,72	0,01
Intra grupos	12,10	15	0,81		
Total (Corr.)	22,94	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0.

Cuadro 18. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	1,93	X
Acelerado	6	2	X
Natural	6	3,61	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,61		1,11
Acelerado - Patrón	0,07		1,11
Natural - Patrón	*1,68		1,11

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 10

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 19. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 10 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	GI	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	29,77	2	14,89	48,52	0,00
Intra grupos	4,60	15	0,31		
Total (Corr.)	34,37	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 20. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	1,31	X
Acelerado	6	1,39	X
Natural	6	4,07	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-2,69		0,68
Acelerado - Patrón	0,08		0,68
Natural - Patrón	*2,77		0,68

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 11

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 21. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 11 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	38,94	2	19,47	18,13	0,00
Intra grupos	16,11	15	1,07		
Total (Corr.)	55,05	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0

Cuadro 22. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	1,39	X
Acelerado	6	1,83	X
Natural	6	4,71	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-2,87		1,28
Acelerado - Patrón	0,45		1,28
Natural - Patrón	*3,32		1,28

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 12

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 23. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 12 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	13,04	2	6,52	42,86	0,00
Intra grupos	2,28	15	0,15		
Total (Corr.)	15,32	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0.

Cuadro 24. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	0,89	X
Patrón	6	1,29	X
Natural	6	2,86	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,97		0,48
Acelerado - Patrón	-0,4		0,48
Natural - Patrón	*1,5		0,48

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 13

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 25. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento madera 13

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	68,60	2	34,30	12,16	0,00
Intra grupos	42,29	15	2,82		
Total (Corr.)	110,89	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0

Cuadro 26. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Acelerado	6	4,37	X
Natural	6	6,79	X
Patrón	6	9,15	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-2,42		2,07
Acelerado - Patrón	*-4,78		2,07
Natural - Patrón	*-2,36		2,07

El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 3 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 14

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 27. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 14 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	18,91	2	9,45	15,25	0,00
Intra grupos	2,30	15	0,62		
Total (Corr.)	28,21	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 28. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	4,04	X
Acelerado	6	4,73	X
Natural	6	6,48	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,75		0,97
Acelerado - Patrón	0,68		0,97
Natural - Patrón	*2,43		0,97

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 15

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 29. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 15 Pellet *pinus radiata* y polipropileno prensadas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	18,07	2	9,03	22,66	0,00
Intra grupos	5,98	15	0,40		
Total (Corr.)	24,05	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 30. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	0,85	X
Acelerado	6	1,43	X
Natural	6	3,21	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,77		0,78
Acelerado - Patrón	0,59		0,78
Natural - Patrón	*2,36		0,78

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0. Se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 16

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 31. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento madera 16

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	8,98	2	4,49	20,23	0,00
Intra grupos	3,33	15	0,22		
Total (Corr.)	12,31	17			

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro 32. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	2,6	X
Acelerado	6	3,24	X
Natural	6	4,31	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	*-1,07		0,58
Acelerado - Patrón	*0,65		0,58
Natural - Patrón	*1,71		0,58

El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. Se identifican 3 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 17

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 33. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 17 extruído.

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	6,75	2	3,38	0,37	0,70
Intra grupos	137,90	15	9,19		
Total (Corr.)	144,65	17			

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un 95,0%.

Cuadro 34. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Natural	6	6,46	X
Patrón	6	6,84	X
Acelerado	6	7,91	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	1,45		3,73
Acelerado - Patrón	1,07		3,73
Natural - Patrón	-0,38		3,73

No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza.95,0%. En la parte superior de la página, se identifica un grupo homogéneo según la alineación del signo X en la columna.

Compuesto 18

Variable dependiente: Rugosidad
Factor: Tratamiento

Número de observaciones: 18

Número de niveles: 3

Cuadro 35. Tabla ANOVA para rugosidad según tratamiento compuesto 18 extruído.

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	GI	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	7,01	2	3,50	1,91	0,18
Intra grupos	27,53	15	1,84		
Total (Corr.)	34,54	17			

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las Rugosidad medias de un nivel de Tratamiento a otro para un 95,0%.

Cuadro 36. Contraste múltiple de rango para rugosidad según tratamiento de envejecido

Tratamiento	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
Patrón	6	8,04	X
Natural	6	8,53	X
Acelerado	6	9,54	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites
Acelerado - Natural	1		1,67
Acelerado - Patrón	1,5		1,67
Natural - Patrón	0,5		1,67

No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza.95,0%. Se identifica un grupo homogéneo según la alineación del signo X en la columna.