



Potencial uso del orujo de oliva en la producción de pavimento tipo parquet

Potential use of olive pomace in the production of parquet-type flooring

DOI: <https://doi.org/10.21703/0718-2813.2024.36.3010>

Fecha de envío: 4 de julio 2024

Fecha de aceptación: 9 de septiembre 2024

Amin Nazer¹, Bernardo Sepúlveda², Osvaldo Pavez^{2,3} y Luciano Aguilar²

¹ Universidad de La Serena, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería en Construcción, Benavente 980, La Serena, Chile, amin.nazerv@userena.cl.

² Universidad de Atacama, Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama (CRIDESAT), Copayapu 485, Copiapó, Chile, bernardo.sepulveda@uda.cl

³ Universidad de Atacama, Departamento de Ingeniería en Metalurgia, Facultad de Ingeniería, Copayapu 485, Copiapó, Chile, osvaldo.pavez@uda.cl.

La investigación sobre los nuevos usos para los subproductos del olivar, en especial el orujo generado durante la producción de aceite, es crucial tanto para la economía como para el medio ambiente de las comunidades donde se cultiva este árbol. En Chile, la producción de aceite de oliva genera orujo, considerado un desecho. En este estudio, se propone reutilizar el orujo para fabricar un pavimento de interiores tipo parquet. Se moldeó una mezcla de orujo en palmetas de 25 x 10 x 2 cm, observando un secado rápido. Antes de su endurecimiento en un ambiente controlado de laboratorio, se caracterizaron las palmetas obteniendo una densidad de 0.842 g/cm³, y contracción del 8.4% ±0.5%. El prototipo pudo ser clavado, pero se descascaró como los aglomerados comerciales; además mostró buena firmeza, pero poca resistencia al taladrado y atornillado. El material puede ser aserrado, resistiendo adecuadamente a la sierra y soporta más de 150 kg de peso, mostrando una buena resistencia estructural. Las palmetas de orujo presentaron una dureza adecuada, manteniendo sus propiedades de clavado y atornillado. Este prototipo de parquet podría ser una alternativa valiosa para valorizar el potencial uso del orujo, contribuyendo a la economía circular de la región y de las zonas olivíferas.

Palabras clave: aceite de oliva, economía circular, orujo de oliva, propuesta de valor

Research on new uses for olive byproducts, especially the pomace generated during oil production, is crucial for both the economy and the environment in communities where this tree is cultivated. In Chile, olive oil production generates pomace, which is considered waste. In this study, reusing the pomace to manufacture an interior parquet flooring is proposed. A mixture of pomace was molded into tiles measuring 25 x 10 x 2 cm, and rapid drying was observed. Before hardening in a controlled laboratory environment, the tiles were characterized, resulting in a density of 0.842 g/cm³, and shrinkage of 8.4% ±0.5%. The prototype could be nailed, but it chipped like commercial particleboards; it also exhibited good firmness but limited resistance to drilling and screwing. The material can be sawed, adequately resisting the saw, and can support more than 150 kg of weight, demonstrating good structural strength. The pomace tiles showed suitable hardness while maintaining their nailability and screwability properties. This parquet prototype could be a valuable alternative for valorizing the potential use of pomace, contributing to the circular economy in the region and olive-growing areas.

Keywords: olive oil, circular economy, olive pomace, value proposition

Introducción

La investigación de nuevas aplicaciones del olivar y en particular de los subproductos del proceso de producción del aceite, tiene gran relevancia tanto en la economía como en el medio ambiente de los pueblos donde se desarrolla

este cultivo (Guinda, 2006). En Chile la industria del aceite de oliva está en expansión exponencial desde su origen; contándose actualmente con un área importante de olivares destinados a la producción de aceite. Los residuos de la industria olivícola contienen cantidades

elevadas de aceite, que los hacen poco recomendados para su utilización como fertilizantes o forraje para ganado (Urzúa, 2012). Estos residuos representan una carga contaminante para la naturaleza (Martínez-Robinson *et al.*, 2019), principalmente por su contenido en antioxidantes, actividad fitotóxica y antimicrobiana, lo que hace impropio liberarlos al ambiente y especialmente al suelo (Sánchez de Medina, 2014; Berbel y Posadillo, 2018), ya que pueden alterar la composición del terreno y el balance químico. El orujo sería el residuo más reutilizado por su gran cantidad producida, entre 40 y 80% por kg de aceituna (Berbel y Posadillo, 2018).

La producción mundial de aceite de oliva se ha triplicado en los últimos 60 años, hasta alcanzar 3.266.500 ton en 2021/22; la segunda cifra más elevada de la pasada década, siendo la aceituna Picual considerada como la más producida en el mundo (olimerca.com).

El mercado y la producción mundial del aceite de oliva se encuentran focalizados en la cuenca mediterránea europea, los principales productores mundiales son España, Italia y Grecia, representando, en promedio, alrededor del 70% del volumen mundial de producción. España es un consolidado productor líder mundial, contando aproximadamente con 2.623.721 ha de cultivo, produciendo 8.137.805 ton de aceitunas. De esta producción, el 95% se moltura para la extracción del aceite y un 5% se destina al aderezo para aceitunas de mesa (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Asimismo, la producción de España representa aproximadamente el 70% de la producción de la Unión Europea y cerca del 45% de la producción mundial (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

La industria olivícola chilena es relativamente nueva; abarcando entre la región de Atacama y la región del Maule. En la década del 90 hubo fuerte inversión y las primeras exportaciones de productos del sector. Actualmente, Chile tiene cerca de 21141 ha destinadas mayormente a la producción de aceite. La principal variedad nacional es Arbequina, con 57% de la superficie plantada; la producción chilena sería alrededor de 20000 ton de aceite, dependiendo de múltiples factores (ChileOliva, 2022). En la región de Atacama la producción es, aproximadamente, 1753 ha; con un estimado de 11000 L de aceite (con 6.3 ton/ha promedio) (ODEPA & CIREN, 2021).

Un olivo puede producir aproximadamente entre 15 y 100 kg de aceitunas, dependiendo de la variedad, la plantación, del medio y los cuidados, entre otros, se puede conseguir hasta más de 100 kg¹. La obtención del aceite de oliva consiste en prensar las aceitunas en una almazara, produciéndose aproximadamente 20% de aceite y 80% de alperujo (orujo graso húmedo) (Roldán, 2013). De acuerdo a otros autores, para producir 1 L de aceite se necesita entre 4 y 5 kg de aceituna, lo que se traduce en un rendimiento entre 18% y 24% de aceite (Jiménez y Carpio, 2008; Roldán, 2013; ChileOliva, 2022). El alperujo generado se define como todo lo que resta de la aceituna molturada, si se le elimina el aceite de oliva. Los residuos de este proceso son orujo, un residuo sólido con muy poca humedad; alpechín, líquido fétido exudado por las aceitunas apiladas antes de la molienda y cuando se las exprime en presencia de agua hirviendo; y alperujo, mezcla de orujo y alpechín (Roldán, 2013; Jiménez y Carpio, 2008).

El modelo de producción actual es de tipo lineal, en donde las materias primas y recursos naturales se procesan hasta convertirse en productos para ser consumidos y una vez completada su vida útil, se vuelven obsoletos o son reemplazados². El producto usado, obsoleto (o sus restos) es llevado a vertederos o incinerados, una pequeña parte de los productos se recicla, acumulándose y generándose costos extra al tener que destinar recursos para su tratamiento, pudiendo ir en perjuicio de las comunidades y/o generar impacto ambiental^{2,3}; por lo tanto, este modelo no es sostenible.

En este contexto, la economía circular es un modelo distinto que surge como una alternativa potencial sustentable; se caracteriza por la reutilización de los desechos generados en la producción, o de los productos mismos una vez desechados. Este modelo es una alternativa que busca evitar o reducir el desperdicio, reciclar y reutilizar los residuos o se le da una segunda utilidad dentro del proceso productivo. De esta forma, el objetivo del modelo es generar prosperidad económica, proteger el

¹ <https://excelentesprecios.com/cuantos-kilos-de-aceitunas-da-un-olivo>

<https://www.aceitedeoliva.com/que-es-el-aceite-de-oliva>

<http://plasoliva.com/cuantos-kilogramos-de-aceitunas-sacamos-de-un-olivo>

medio ambiente, prevenir la contaminación y fomentar el desarrollo sostenible ^{2,3,4}.

El objetivo de este estudio fue investigar el potencial uso del orujo de oliva en la producción de pavimento tipo parquet, evaluando sus propiedades mecánicas y su potencial contribución a la economía circular de la producción olivícola.

Metodología

Desarrollo de los prototipos

El desarrollo de los prototipos se llevó a cabo en un laboratorio del Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama, de la Universidad de Atacama (CRIDESAT-UDA). Se evaluó la propiedad aglomerante del orujo como base para el desarrollo de prototipos de parquet a nivel de laboratorio, se fabricaron prototipos de parquet y se evaluó aspectos técnicos, principalmente cualitativos. Para la fabricación de prototipos, se colectó orujo seco en una planta productora de aceite de oliva en el valle de Copiapó. La descripción metodológica del proceso de elaboración de aglomerado, se hizo en términos generales, sin especificación técnica; debido a que los insumos y proporciones utilizados, que incluye materia prima (orujo) y otros que han sido seleccionados y probados en el CRIDESAT, han dado lugar a formulaciones que están en proceso de patentamiento.

Prototipos de parquet

En la confección de aglomerado para construcción se utilizó orujo seco homogeneizado durante cinco minutos, resina vinílica (acetato de polivinilo o PVAc) como aglomerante, un endurecedor que cumple también con la función de *filler* y agua. Se diseñó un molde desarmable de madera (Figura 1), que facilitó el moldeo de las unidades de aglomerado (25 x 10 x 2 cm); permitiendo la aplicación de presión sobre el material pastoso para controlar la uniformidad de las unidades prototipo de parquet resultantes.

² <https://www.economiafinanzas.com/que-es-la-economia-lineal>

³ <https://www.voltachile.cl/cuales-son-las-diferencias-entre-la-economia-circular-y-lineal>

⁴ https://www.industriambiente.com/media/uploads/noticias/documentos/Reportaje_Neoelectra.pdf

Para la mezcla de trabajo, se trituró el orujo en una picadora de laboratorio durante 5 min y luego se tamizó en una malla de abertura de 2.36 mm. La materia prima con la resina vinílica, el endurecedor y agua se mezclaron en una batidora de laboratorio, probando el tiempo de amasado para obtener una mezcla óptima y homogénea de todos los elementos. La densidad de la mezcla se ajustó con agua adicional hasta lograr una consistencia similar a una solución densa.



Figura 1: Molde confeccionado para la elaboración de Parquet.

La superficie del molde se recubrió con film plástico para facilitar la extracción posterior de las unidades. Cada molde se llenó homogéneamente y se asperjó un fungicida comercial en la mezcla. Se tapó el molde y se aplicó 150 kg de presión aproximadamente, verificándose que se eliminase el excedente de mezcla por una perforación realizada en el molde; aproximadamente a las 60 h las piezas alcanzaron la consistencia suficiente para su desmoldeo. Posteriormente, las piezas se dejaron madurar al ambiente (laboratorio) por el resto de la semana, para que se consolidara las reacciones entre los componentes, puesto que este material respondió a la mecánica del cemento y no a un simple proceso de deshidratación. Luego, las piezas de parquet se secaron a 45°C, en estufa de cultivo con condiciones controladas y durante un periodo que se fue evaluando por control de peso, determinándose la duración del proceso para secado óptimo; finalmente, se dejaron endurecer al ambiente. Algunos parquet fueron sometidos a pulimiento básico simulando un producto terminado, impregnando el material en cera.

Resultados y discusión

La pasta se moldeó en el formato construido de 25 x 10 x 2 cm (Figura 1), al cabo de tres días en el molde se

consiguieron palmetas con una consistencia suficiente para ser extraídas. Las palmetas se dejaron al ambiente; la temperatura del laboratorio en la época de este trabajo (primavera-verano) fue de 26°C en promedio. Las palmetas (Figura 2), entonces, se dejaron expuestas al ambiente durante dos días y, luego, se terminaron de procesar en estufa a 45°C. Lo anterior se hizo así por un resultado anterior, en el cual las unidades se cuartearon al ser sometidas a temperatura entre 40 y 50°C en la estufa, en un proceso continuo. Deduciéndose que este tipo de aglomerado reacciona similarmente al curado del polímero de cemento, donde debe completarse la reacción química entre los componentes, más que deshidratarse. De esta forma el curado de las unidades resultó bien. Las unidades de parquet sufrieron una contracción longitudinal de $8.4\% \pm 0.5\%$, salvo en el espesor que se mantuvo en 2.14 mm; esto deja unas dimensiones finales del parquet de 22.9 x 9.2 x 2.1 cm.



Figura 2: Palmeta tipo parquet, de orujo de oliva

Se caracterizó básica y cualitativamente el parquet; éste presentó densidad específica de 0.842 g/cm^3 y humedad de $24\% \pm 2\%$, esto es a los 5 días; posteriormente los parquet se curaron en condiciones de intemperie en el laboratorio, lo que aumentó su dureza. El modelo de parquet presentó baja resistencia a ser clavado; en la cara de salida los clavos produjeron un leve desprendimiento superficial, parecido a lo que ocurre con los tableros de fibra de densidad media (MDF); efecto que se incrementó al aumentar el diámetro del clavo. Al clavar el material hacia el borde, éste se cuarteó, similarmente a un tablero MDF. El parquet fue blando al taladrado; pero, fue necesario taladrar a

alta velocidad por el contenido de trozos de cuesco. Los agujeros taladrados no presentaron resistencia importante al atornillado, quedando los tornillos firmes, los mejores fueron los tornillos con rosca separada y rectos como los de tipo especiales para aglomerados (tornillos para MDF y soberbios) (Figura 3). El material puede cortarse con resistencia sensible a la sierra de corte, se puede decir que muestra un grado de dureza; pero, al no tener veta dificulta la direccionalidad del corte, lo que no es un problema necesariamente. Por otra parte, las palmetas soportaron bien el peso de hasta 150 kg, manteniéndose la estructura.



Figura 3: a) Corte con disco y b) clavado y atornillado en un parquet de orujo de oliva

Un ejemplo que puede ser similar, es el uso de residuos de cortes de castaño (*Castanea sativa*) para la producción de losetas de parquet industrial, las que tienen valor agregado en la economía de aserraderos (Asturias, España). En este contexto, se recomienda las losetas de castaño para uso en aplicaciones en carpintería como puertas, ventanas, suelos y ebanistería; estas losetas son consideradas un aporte sostenible por la degradabilidad y el reciclaje de material natural (bioparquet.es).

Según la Comisión Europea, el modelo de economía lineal ya es insostenible, implicando que se necesitan estrategias para crear valor añadido (Berbel *et al.*, 2018); siendo necesario una gestión específica de estos residuos para minimizar su impacto en el medio ambiente. Sánchez de Medina (2014) reportó que un aprovechamiento prometedor del orujo y del alperujo sería su uso directamente para la fabricación de materiales de construcción como ladrillos, presentando varias ventajas económicas.

En 2018 se informa que la generación de biomasa residual y subproductos de la cadena de valor del aceite



de oliva en la UE-28 generan aproximadamente 10.5 millones de toneladas anuales, entre las que se encuentra el orujo (Berbel *et al.*, 2018); estos autores indican que las aplicaciones de estos residuos genera una actividad económica significativa en muchos municipios de zonas rurales productoras.

Comparativamente, el parquet de orujo presentó una dureza media bastante adecuada, características de clavado, atornillado similarmente útiles a lo descrito anteriormente; también puede considerarse un producto con valor agregado por ser un deshecho agrícola sin destino formal, contribuyendo a la economía circular de la economía de la empresa que lo produce. A pesar de las buenas características antes mencionadas, hay que resaltar que el parquet de orujo es un aglomerado no destinado a aserrarse o a intervenirlo, sino para cubrir pisos y tabiques (por su estética interesante). Por lo tanto, como producto cumple con las expectativas, una similitud con el material de castaño indicado es que a los parquet también es aconsejable tratar con productos como un sellador de poros y también con cera para darle impermeabilidad. En los experimentos, el material experimental previamente así tratado sufrió muy poca absorción de agua. Por otra parte, respecto a la estructura de las unidades experimentales, la palmeta de orujo está en proceso de mejoramiento de la formulación y prototipado adecuado. Como el material ya cuenta con posibilidad de validación en un ambiente real simulado en laboratorio, se podría escalarlo en condiciones reales. El resultado de este nivel es que se logró un material de recubrimiento que ya va cumpliendo con condiciones para su uso. Queda pendiente caracterizar un prototipo mejorado para varios parámetros físicos como la dureza, flexotracción, entre otros ensayos y compararlo con un producto comercial de tipo aglomerado.

Por lo anterior, parece lógico poner el foco de la economía en el concepto de economía circular, sostenibilidad medioambiental, social y económica; entre otras formas, mediante el aprovechamiento de los subproductos procedentes del aceite de oliva, cerrando de esta manera el ciclo productivo (Sánchez-Mohíno, 2021). Por lo anterior, la presente investigación no solo contribuye a la sostenibilidad de la industria del aceite de oliva, sino que también fomenta la transición hacia un modelo económico

circular más sustentable. Representa un avance hacia prácticas más sostenibles y una transformación del orujo de desecho agrícola a materia prima de valor. El parquet de orujo no presenta imperfecciones como nudos, astillas, es homogéneo; por lo tanto, las propiedades obtenidas son regulares para toda la unidad.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que el parquet de orujo de oliva presenta características adecuadas para su uso en pavimentos y en revestimientos de tabiques interiores de una edificación, aunque requiere tratamiento adicional para mejorar su resistencia a la humedad y durabilidad. Nuevos estudios permitirán perfeccionar la formulación y hacer las pruebas adecuadas para mejorarlo y evaluarlo a escala de entorno real, considerando que la reutilización del orujo de oliva reduce la cantidad de residuos agrícolas, disminuye la contaminación y promueve una economía circular, proporcionando una solución sostenible y ecológica.

Referencias

- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C. y La Cal J.A. (2018). Valorización de los subproductos de la cadena del aceite de oliva. *Mediterráneo Económico* 31, 273-289
- Berbel, J. and Posadillo, A. (2018). Review and analysis of alternatives for the valorization of agroindustrial olive oil by-products. *Sustainability* 10(1), 237
- ChileOliva (2022). Informe anual mercado nacional de aceite de oliva. Asociación de Productores de Aceite de Oliva, Las Condes, Chile
- Guinda, A. (2006). Use of solid residue from the olive industry. *Grasas y Aceites* 57(1), 107-115
- Jiménez, B. y Carpio, A. (2008). La cata de aceites: aceite de oliva virgen características organolépticas y análisis sensorial. Junta de Andalucía, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Sevilla, España
- Martínez-Robinson, K.G., Cárdenas-Román, F. A., Campa-Mada, A.C., Toledo-Guillén, A.R., López-Franco, Y.L., Carvajal-Millán, E., y Lizardi-Mendoza, J. (2019). Caracterización de los residuos sólidos de la extracción del aceite de oliva de Caborca, Sonora, México. *Biotecnia* 21(3), 48-55

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021). Anuario de estadística 2021 – Estadísticas agrarias (Parte tercera). Capítulo 7 Superficies y producciones de cultivos, Madrid, España, 908-909

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022). Producciones agrícolas - Aceite de oliva. Madrid, España

ODEPA & CIREN (2021). Catastro frutícola principales resultados. Región de Atacama. Catastro Frutícola CIREN-ODEPA, Chile

Roldán, M. (2013). Diccionario de términos del aceite de oliva. Arco Libros Edit. La Muralla, Madrid, España

Sánchez de Medina, V. (2014). *Nuevos estudios sobre la mejora del aceite de oliva y el aprovechamiento de residuos del olivar*. Tesis de doctorado, Universidad de Córdoba, España

Sánchez-Mohino, F. (2021). *Innovación y sostenibilidad: análisis de los subproductos del aceite de oliva y su aprovechamiento. Innovación y sostenibilidad en el sector oleícola español*. Trabajo de título Administración y Dirección de Empresas. Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España

Urzúa, S.B. (2012). *Prefactibilidad técnico – económica para generación de energía a partir de orujo de aceitunas: estudio de caso*. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile