

**Título: Desarrollo, compatibilización y caracterización de plásticos que imitan la madera con matriz de biopolietileno y harina de cáscara de argán**

**Autor: Jaume Gómez Caturla**

**Universidad: Universidad Politécnica de Valencia**

## RESUMEN (máx. 500 palabras)

El trabajo presentado a esta convocatoria se centró en el desarrollo de “wood plastic composites” o materiales plásticos que imitan la madera con una matriz base de biopolietileno de alta densidad (Bio-HDPE) obtenido de la caña de azúcar y utilizando harina de cáscara de argán como relleno y agente reforzante. El planteamiento de este trabajo final de máster sigue los principios de la economía circular, donde el objetivo es disminuir los residuos, en este caso de la industria del argán, lo máximo posible, mediante el reaprovechamiento de estos en el desarrollo de productos que puedan reinsertarse en la propia industria. Los materiales desarrollados en este trabajo se han preparado mediante procesos de extrusión e inyección. Uno de los principales problemas a enfrentar en el trabajo era la baja compatibilidad entre el Bio-HDPE y las partículas de cáscara de argán, ya que mientras que la poliolefina es una molécula apolar, el residuo lignocelulósico involucra moléculas altamente polares (hemicelulosa, celulosa, pectina, lignina, etc.). Con el objetivo de aumentar la compatibilidad entre el Bio-HDPE y la harina de cáscara de argán se utilizaron diferentes elementos compatibilizantes, plastificantes y elementos reforzantes adicionales. Concretamente, se utilizó polietileno-graft-maleico anhídrido (PE-g-MA 3%), aceite de linaza maleinizado (MLO 7,5 phr (partes de componente por cada cien partes de mezcla)), nanotubos de halloysita (HNTs 7,5 phr), y una combinación de MLO y HNTs (3,75 phr cada uno) para evaluar como interactuaban ambos componentes y qué nuevas propiedades otorgaban a la matriz de Bio-HDPE. Se analizaron las propiedades mecánicas, morfológicas, térmicas, termomecánicas, colorimétricas, de humectabilidad y químicas de cada material. Los resultados obtenidos mostraron que las partículas de argán actuaron como elementos de refuerzo, aumentando la rigidez del biopolietileno, y que los HNTs incrementaron aún más este efecto reforzante. Por otro lado, el MLO actuó como agente plastificante, al aumentar la elongación de la mezcla de Bio-HDPE con las partículas de cáscara de argán. El MLO y el PE-g-MA, junto a los HNTs, mejoraron la compatibilidad entre las partículas de argán y el polímero, debido a enlaces entre grupos basados en oxígeno presentes en las moléculas lignocelulósicas y en los aditivos utilizados. La estabilidad térmica del biopolietileno mejoró como resultado de la presencia de partículas de argán y HNTs en la matriz. En general, se obtuvieron plásticos que imitan la madera con colores marrones rojizos, con una rigidez aumentada, buena estabilidad térmica, una compatibilidad superior gracias a la adición de PE-g-MA y MLO y unas buenas propiedades de humectabilidad.

## PRINCIPALES CONCLUSIONES (máx. 300 palabras)

En el trabajo presentado se observó que es posible la obtención de materiales plásticos funcionales que imiten la madera a partir de biopolietileno y residuos provenientes de la industria del argán con diferentes agentes compatibilizantes, plastificantes y reforzantes. La incorporación de harina de cáscara de argán junto al PE-g-MA aumentó el módulo elástico del Bio-HDPE hasta 846 Mpa, siendo este módulo aún mayor para la muestra con HNTs (más de 1000 Mpa). Por otro lado, la incorporación de MLO en la matriz polimérica aumentó la elongación un 100% con respecto a las mezclas que no lo llevaban. Los resultados morfológicos verificaron lo observado en los resultados mecánicos, donde se vio un aumento de la cohesión de las partículas de cáscara de argán en la matriz de Bio-HDPE, traducido en un aumento de compatibilidad. La harina de argán dio a los materiales colores marrones rojizos que permitirían su uso como sustitutos de productos basados en madera. En relación al comportamiento frente al agua, las partículas lignocelulósicas aumentaron drásticamente la afinidad del material por el agua, y este efecto se vio acentuado por la adición de MLO. Ante los resultados observados, puede decirse que la muestra que contenía todos los aditivos presentaba propiedades bastante equilibradas en todos los sentidos, logrando una buena afinidad entre la matriz polimérica y las partículas de argán. Por un lado, el MLO actuó como plastificante y compatibilizante, mientras que los HNTs le confirieron cierta rigidez y estabilidad térmica, consiguiendo de esta manera materiales respetuosos con el medio ambiente con propiedades adicionales respecto a la matriz polimérica inicial (Bio-HDPE).

**Título: Desarrollo, compatibilización y caracterización de plásticos que imitan la madera con matriz de biopolietileno y harina de cáscara de argán**

**Autor: Jaume Gómez Caturla**

**Universidad: Universidad Politécnica de Valencia**

## **IMPACTO POTENCIAL EN LA SOCIEDAD O EN EL SECTOR (máx. 500 palabras)**

Los materiales desarrollados en este trabajo suponen un avance en el sector de los materiales plásticos que combinan matrices poliméricas con residuos agrícolas. La sociedad ha intentado en los últimos años reducir el gran consumo de polímeros derivados del petróleo y los problemas medioambientales que estos conllevan, como por ejemplo la gran huella de carbono asociada a su producción. En este trabajo se plantea en primer lugar una matriz polimérica de origen natural, como es el biopolietileno de alta densidad obtenido de la caña de azúcar, el cual ya supone una disminución de la huella de carbono asociada al material. En segundo lugar, se ha combinado esta matriz con residuos lignocelulósicos de la industria del argán bajo el concepto de la economía circular. Estos residuos normalmente se desecharían, mientras que de esta forma se combinan con una matriz polimérica (en un 30% en peso), abaratando el coste total del material, ya que al fin y al cabo se trata de residuos cuyo coste es mucho menor que el del biopolietileno. Los materiales poliméricos obtenidos de esta combinación se pueden utilizar además para fabricar productos que se reintroduzcan en la industria del argán, contribuyendo así a la economía circular. Por ejemplo, podrían fabricarse cajas o envases con colores similares a los de la madera para transportar productos de la industria de este residuo, como puede ser aceite de argán. De esta manera se reduciría considerablemente la generación de residuos en la industria al mismo tiempo que se reducen costes en la fabricación de los productos basados en estos materiales.

Por otro lado, este tipo de materiales tienen especial interés en aplicaciones donde sustituyan a productos basados en madera debido a los colores marrones rojizos característicos que poseen, podrían emplearse para fabricar suelos, ventanas, macetas, mobiliario, etc. El uso de aditivos en pequeñas cantidades (como el MLO, el PE-g-MA o los HNTs) puede variar las propiedades de estos materiales dependiendo de las aplicaciones para las que se destinen. Si se va a fabricar un suelo que requiera ciertas capacidades de absorción de agua, puede emplearse MLO para que el material la absorba con más facilidad, al mismo tiempo que será más blando y cómodo debido al efecto plastificante del MLO. En caso de requerir un material plástico que necesite una mayor estabilidad a la temperatura se pueden insertar HNTs a la mezcla de biopolietileno y harina de argán para lograr este efecto.

En general, se han presentado materiales plásticos muy versátiles en cuanto a su uso, gracias a la gran variedad de aditivos que pueden emplearse para variar sus propiedades. Todo ello manteniendo un carácter respetuoso con el medioambiente, ya que todos los componentes de estos materiales son de origen natural o renovable, contribuyendo así a economías más sostenibles y a la sustitución de materiales poliméricos petroquímicos.