

INTRODUCCIÓN

La manufactura aditiva o impresión 3D permite la fabricación de objetos tridimensionales con formas complejas, como los andamios que sirven de soporte en la formación de diferentes tejidos. El implantar subcutáneamente partículas de matriz ósea desmineralizada en un modelo murino induce la formación de hueso ectópico por vía endocondral. En este trabajo, desarrollamos un modelo de hueso ectópico híbrido constituido por la matriz ósea y un andamio de un polímero biodegradable formado por una impresora 3D de código abierto. Se probaron dos tipos de andamios de policaprolactona implantados en un modelo murino durante cuatro semanas. El andamio tipo "A" con un patrón de zigzag y una nueva propuesta de tipo "B" con un patrón giroide, diferente al utilizado normalmente en otros trabajos científicos. La formación de hueso ectópico híbrido con el uso del código abierto y partículas de matriz ósea desmineralizada es una alternativa para reducir los costos en comparación con el uso de bioimpresoras o impresoras 3D de código cerrado.

OBJETIVO

Generar un hueso ectópico híbrido que cumpla con las normativas del entorno regulatorio actual a nivel global, integrando las tecnologías emergentes de código abierto y facilitando su acceso por su bajo costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología implementada para el diseño, fabricación y caracterización del modelo de hueso ectópico híbrido se describe en la Figura 1.

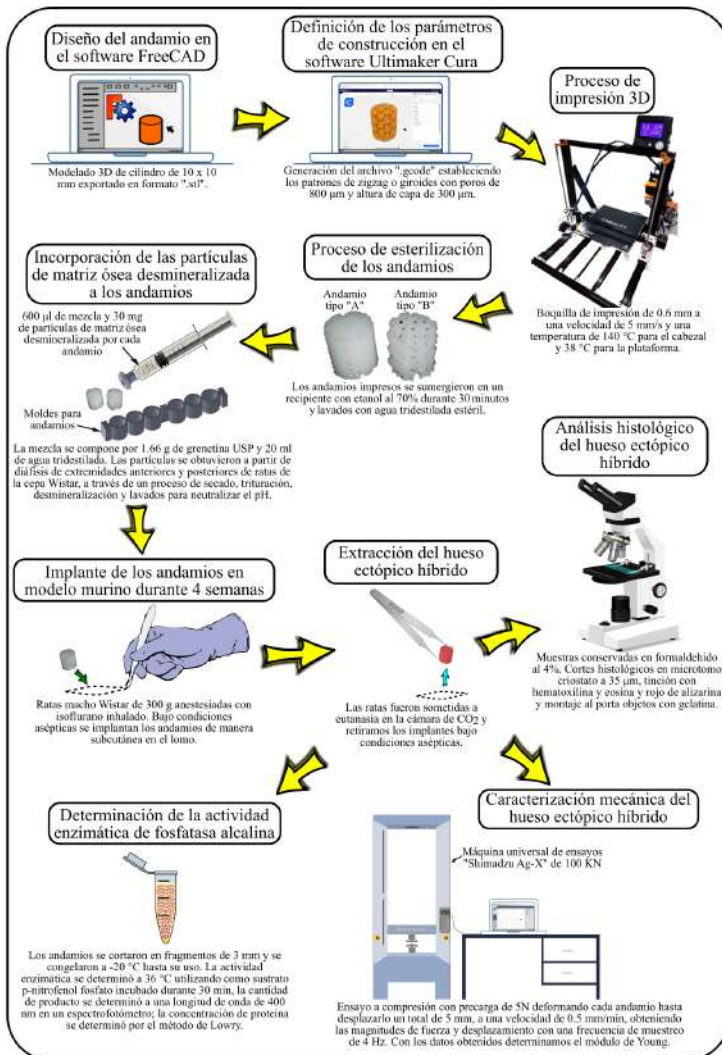


Figura 1. Metodología para el diseño, fabricación y caracterización del modelo de hueso ectópico híbrido.

RESULTADOS

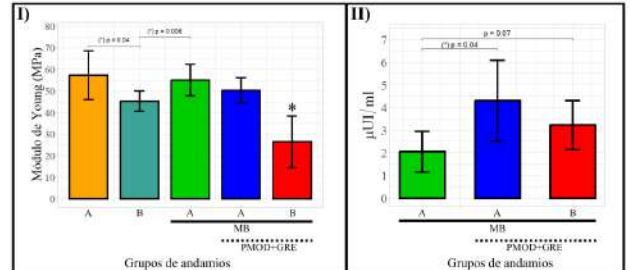


Figura 2. Gráficas de barras de los diferentes grupos de andamios. I) Módulo de Young. II) Actividad de fosfatasa alcalina. Andamios tipo "A" (A). Andamios tipo "B" (B). Los andamios implantados durante cuatro semanas en el modelo biológico (MB) se indican con la línea continua. Los impregnados con partículas de matriz ósea desmineralizada (PMOD) y gretina USP (GRE) se indican con la línea punteada. Se muestra el promedio y la DE (n = 8). Se utilizó la prueba de Wilcoxon no apareada. * El módulo de Young del grupo B+PMOD+GRE-MB es estadísticamente diferente a los otros grupos.

La caracterización mecánica con un ensayo a compresión para los grupos de andamios A y B mostró una resistencia mecánica de 57.4 y 45.4 MPa (Figura 2-I), respectivamente, esta diferencia es causada por la forma en que se deposita el material en cada una de las capas de los andamios. Los grupos de andamios implantados durante cuatro semanas en el modelo murino A-MB, A+PMOD+GRE-MB y B+PMOD+GRE-MB mostraron una resistencia mecánica de 55.0, 50.0 y 26.5 MPa (Figura 2-I), respectivamente, la disminución de la resistencia mecánica del grupo de andamios B+PMOD+GRE-MB respecto a sus homólogos no implantados, puede deberse a que el efecto plastificante que sufren los polímeros sintéticos por la absorción de agua^[1] fue mayor en el tipo de patrón B. Los dos tipos de andamios para formar el hueso ectópico híbrido cuentan con una resistencia mecánica similar a la de los andamios de otros trabajos^[1-4]. La actividad de fosfatasa alcalina mostrada en la Figura 2-II indica menor desarrollo óseo para el andamio tipo "B" (3.2 µUI/ml) con respecto al tipo "A" (4.3 µUI/ml). Las características histológicas del hueso ectópico híbrido se pueden observar en la Figura 3.

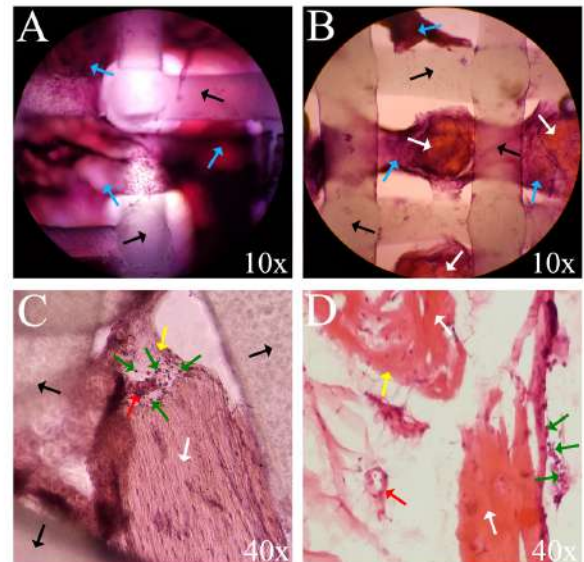


Figura 3. Micrografías de cortes histológicos del hueso ectópico híbrido teñidos con hematoxilina y eosina. Se muestra en A, B y C andamios tipo "A", en D andamio tipo "B". Las flechas negras indican los andamios. Tejido fibroso en color púrpura señalado por las flechas azules, las flechas blancas señalan las partículas de matriz ósea desmineralizada. La matriz extracelular ósea se indica con las flechas amarillas. Los osteoblastos se señalan con flechas verdes y las rojas señalan capilares sanguíneos con presencia de eritrocitos.

Logramos identificar en los dos tipos de andamios la formación de tejido óseo con características similares a los resultados reportados en otros trabajos^[5-11].

CONCLUSIONES

Fue posible fabricar andamios de policaprolactona con una impresora de código abierto, que contaran con poros y tamaño adecuado para incorporar las partículas de matriz ósea desmineralizada y con resistencia mecánica similar a la resistencia mecánica de los andamios desarrollados en otros trabajos, obteniendo hueso ectópico híbrido con las características bioquímicas e histológicas similares a las de tejido óseo.

