

## **Separando vida. Centrifugadora de ADN.**

Aplicación de las leyes de conservación en ingeniería de procesos

Jorge Luis Miró Zarate y Alfonso Ruiz Pineda- GPO 302

Regina Maldonado B.- A01029634, Jose Antonio Rincón R.- A0083945, Ana Cecilia Lozano L.- A01029278, Rafael Mendoza T.- A01029288, Isabela Bohórquez G.- A01029224

*Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe, Escuela de Ingeniería y Ciencias*

### **Resumen**

Un aparato centrífugo ayuda a separar mezclas líquidas al someterlas a una fuerza centrípeta. Se diseñó una centrifugadora a base de MDF con un sistema de engranajes compuesto para multiplicar la velocidad tangencial de entrada para así poder separar el ADN de extractos celulares. Actualmente, la extracción de ADN puede llegar a salvar vidas ya que contiene información genética relevante para descubrir enfermedades y además contiene ARN y proteínas. El ADN del extracto celular de fruta tarda aproximadamente más de 5 minutos en separarse, dependiendo del extracto a separar. La centrifugadora diseñada logra separar el ADN del extracto celular de una fresa en aproximadamente 45 segundos. Al girar manualmente el mecanismo a 16 rpm, este convierte los rpm de salida a 324 ya que la relación de transmisión del sistema es de 20.25.

### **1. Introducción**

Un aparato centrífugo sirve para separar mezclas de líquidos- líquidos o sólidos- líquidos. Este proceso funciona gracias a que las mezclas se someten a la acción de la fuerza centrífuga, la cual tiene un efecto de giro muy rápido. Es utilizado para la separación de muestras en laboratorios, por ejemplo, se puede usar para separar el ADN para permitir sus estudios posteriores. El análisis de ADN puede entrar en temas de salud, análisis de organismos, o en temas de investigación criminal o forense gracias a que contiene información genética y biológica muy importante.

El presente reporte expone las fases para el diseño y construcción del prototipo físico de una centrifugadora manual que separa ADN de una fresa. Se utilizó un sistema de engranaje compuesto tomando en cuenta los principios de transferencia de velocidades tangenciales para generar un multiplicador de velocidades. El objetivo se basó en demostrar cómo se puede generar una centrifugadora veloz que pueda llegar a separar muestras necesarias para la investigación científica. El aparato diseñado no consume energía y no emite gases tóxicos o contaminantes. Se busca una alternativa más sostenible de lo que son los aparatos de investigación.

### **2. Metodología**

El prototipo de centrifugadora diseñado, consistió en un sistema de engranajes previamente probado y analizado en un simulador llamado Gear Generator. Se logró obtener un sistema compuesto que pudiera transformar una velocidad de 6 rpm a una de 6,000 rpm. Al hacer pruebas se concluyó que se logra separar el ADN con únicamente 3 engranajes que conviertan 16 rpm a 324 rpm, por lo que se eliminaron engranajes del diseño inicial. Se mandó a cortar cada engrane y pieza con MDF para la estructura del prototipo a la cortadora láser. Cada parte se montó de manera independiente. El sistema de engranaje ocupó baleros para reducir la fricción, y tornillos con tuercas como ejes para sujetar los engranes y que estos no se movieran. Se montaron con medidas exactas para que el sistema lograra funcionar de manera vertical. Se creó una pasta a base de pegamento Kola Loka y bicarbonato de

sodio para fijar los ejes. Para poder construir el sistema de engranaje se tuvieron que hacer ajustes con herramientas mecánicas como taladros y pinzas para así lograr su funcionamiento.

Para la separación de la mezcla con ADN que consiste en etanol con extracto de fruta, en este caso fresa, se utilizaron materiales reciclados. Con un gancho de ropa de plástico que ya no se utilizaba para la centrifuga y con Plastiloka sosteniendo las tapas de los tubos de ensayo en donde irá dicha mezcla. De esta forma el tubo en sí será removible.

### 3. Resultados

Se realizaron pruebas con la mezcla para analizar la separación del ADN. Para ello, se separó el extracto celular de la fresa utilizando sal, agua y jabón con una mezcla de fresa triturada. Posteriormente, a esa mezcla se le agregó alcohol y se colocó en la centrifugadora. Después de 3 pruebas, se concluyó que tarda un promedio de 45 segundos en separarse. Se utilizó fresa debido a su gran cantidad de ADN. Dependiendo de lo que se tarden diferentes extractos en separar, se pueden agregar más engranes para multiplicar en mayor cantidad la velocidad tangencial .

El tiempo medido de 45 segundos tuvo variaciones al igual que las rpm de cada prueba, gracias a que es un aparato manual. En 45 segundo a una velocidad angular de  $1.676 \frac{rad}{s}$  o 16 rpm se generan 324 rpm o  $33.929 \frac{rad}{s}$ . Esto es debido a la relación de transmisión de los engranes de

$$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{90}{20} \cdot \frac{90}{20} = 20.25.$$

### 4. Conclusiones

El prototipo construido fue exitoso ya que separó ADN de un extracto celular en segundos. A través de la relación de transmisión del sistema de engranaje compuesto que se diseñó, se logró multiplicar la velocidad angular del sistema. Esta velocidad es lo que permite que haya una fuerza centrífuga capaz de separar mezclas. Cabe mencionar que la velocidad con la que se mueve el mecanismo depende de la manera en la que se giran los engranes, por lo que se puede centrifugar más rápido o más lento. Es por esto que el tiempo y las rpm varían cada vez que se utiliza la centrifugadora.

En conclusión, se comprobó como una centrifugadora manual puede llegar a separar ADN de una muestra de extracto celular. La centrifugadora diseñada no solo separa ADN, si no que puede separar cualquier mezcla con líquido gracias a su gran fuerza centrípeta generada por la velocidad. Puede modificarse fácilmente para poder girar más rápido y obtener más rpm Por lo que nuestro mecanismo físico es sencillo pero necesario en laboratorios para análisis de muestras.

### 5. Referencias

1. Arrijoja I.(s.f.).*Engranes y trenes de engrane..*  
<https://sebd92298b8a4b847.jimcontent.com/download/version/1448914928/module/12834102778/name/UNIDAD%20IV.pdf>
2. Tuya, F., Curbelo, L., Montero, D. (2016). *Extracción de ADN.*  
<https://fernandotuya.org/wp-content/uploads/2010/10/Pr%C3%A1cticas-gen%C3%A9ticas.-Extraci%C3%B3n-ADN.-Abril-2016.-Alumnos..pdf>
3. Gilleskie, G., Rutter, C, & McCuen, B.. (2021). 6.2 Centrifugation Principles. *In Biopharmaceutical Manufacturing - Principles, Processes, and Practices. De Gruyter.*