

# ECUACION DE MICHAELIS- MEMENTE

---

**NOMBRE DEL ALUMNO: MARIO DE JESUS SANTOS HERRERA**  
**NOMBRE DEL PROFESOR: ALEJANDRA GUADALUPE ALCAZAR**

**LICENCIATURA: MEDICINA HUMANA**  
**MATERIA: BIOQUIMICA**



PASIÓN POR EDUCAR

# QUE ES LA ECUACIÓN DE MICHAELIS MENTEN

- ✘ La cinética de Michaelis-Menten describe la velocidad de reacción de muchas reacciones enzimáticas. Recibe este nombre en honor a Leonor Michaelis y Maude Menten. Este modelo sólo es válido cuando la concentración del sustrato es mayor que la concentración de la enzima, y para condiciones de estado estacionario, es decir, cuando la concentración del complejo enzima-sustrato es constante.
- ✘ La velocidad  $V$  indica el número de moléculas del sustrato que se convierten en producto por segundo. Con concentraciones crecientes de sustrato  $[S]$ , la enzima va acercándose asintóticamente a su velocidad máxima  $V_{\max}$ , pero nunca la alcanza. Por esta razón, no hay un valor de  $[S]$  determinado para la  $V_{\max}$ . De todas formas, se puede definir un parámetro característico de la enzima empleando la concentración de sustrato a la cual se alcanza la mitad de la velocidad máxima ( $V_{\max}/2$ ).

- ✘ Aunque es imposible medir exactamente la concentración de sustrato que da  $V_{max}$ , las enzimas pueden caracterizarse mediante la concentración de sustrato a la cual la velocidad de reacción es la mitad de la velocidad máxima. Esta concentración de sustrato se conoce como constante de Michaelis-Menten ( $K_M$ ).
- ✘ Para enzimas que exhiben una cinética de Michaelis-Menten simple esta constante representa la constante de disociación del complejo enzima-sustrato (ES) (o la inversa de la afinidad entre enzima y sustrato). Valores bajos indican que el complejo ES está unido muy fuertemente y raramente se disocia sin que el sustrato reaccione para dar producto.

$$\frac{1}{v_0} = \frac{K_m}{V_{max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}}$$

Ecuación de Michaelis-Menten

$$V_0 = \frac{V_{max} [S]}{K_m + [S]}$$

- ✘ La derivación de Michaelis y Menten está descrita por Briggs y Haldane. Se obtiene de la siguiente manera:
- ✘ Se supone que la reacción enzimática es irreversible, y que el producto no se liga con la enzima después de la reacción

- a) ¿A qué concentración de sustrato podrá una enzima operar a un cuarto de su velocidad máxima ( $1/4 V_{max}$ ), si cuenta con una  $k_{cat}$  de  $30.0 \text{ s}^{-1}$  y una  $K_m$  de  $0.0050 \text{ M}$ ?
- b) Determine la fracción de  $V_{max}$  que se obtendría con las siguientes concentraciones de sustrato  $[S]$ :  $2 K_m$  y  $10 K_m$

$$V_0 = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

$$\frac{1}{4} V_{max} = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

$$\frac{1}{4} V_{max} = \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{[S]}{0.0050 + [S]}$$

$$\frac{1}{4}(0.0050M + [S]) = [S]$$

$$\frac{0.0050M}{4} + \frac{[S]}{4} = [S]$$

$$0.00125M = [S] - \frac{[S]}{4}$$

$$\frac{3}{4}[S] = 0.00125M$$

$$[S] = \frac{4}{3}0.00125M$$

$$[S] = 0.00167M$$

Siguiendo la aproximación del estado estacionario, que señala que la concentración del complejo enzima-sustrato ( $\{ \displaystyle ES \}$ ) es pequeña y se mantiene casi constante a lo largo de la reacción enzimática:

## Conclusiones de la ecuación de Michaelis - Menten

- cuando  $[S] = K_M$ , la ecuación queda:

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]} = \frac{V_{\max} [S]}{[S] + [S]} = \frac{V_{\max}}{2}$$

- cuando  $[S] \gg K_M$ , la ecuación queda

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]} = \frac{V_{\max} [S]}{[S]} = V_{\max}$$

- cuando  $[S] \ll K_M$ , la ecuación queda

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]} = \frac{V_{\max} [S]}{K_M} = \frac{V_{\max}}{K_M} [S]$$

- ✗ Esta ecuación se puede analizar experimentalmente con un diagrama de Lineweaver-Burke, un diagrama de Eadie-Hofstee o un diagrama de Hanes-Woolf.
- ✗  $E_0$  es el total de enzima. No es práctico medir la cantidad de complejo enzima-sustrato durante la reacción, por lo que debe escribirse ésta en términos de cantidad total o inicial de enzima, que es una cantidad conocida.
- ✗  $d[P]/dt$  o  $V_0$  es la velocidad de formación del producto.
- ✗  $k_2[E_0]$  o  $V_{\max}$  es la velocidad máxima.  $k_2$  se denomina con frecuencia  $k_{cat}$ .
- ✗ Cabe observar que  $[S]$  es grande comparada con  $K_M$ ,  $[S]/(K_M + [S])$  tiende a 1. La velocidad de formación de producto es igual a  $k_2[E_0]$  en ese caso.
- ✗ Cuando  $[S]$  es igual a  $K_M$ ,  $[S]/(K_M + [S])$  vale 0.5. En ese caso, la velocidad de formación de producto es la mitad de la máxima ( $1/2 V_{\max}$ ). Representando gráficamente  $V_0$  frente a  $[S]$  se puede fácilmente determinar  $V_{\max}$  y  $K_M$ . Esto requiere una serie de experimentos a  $E_0$  constante y diferentes concentraciones de sustrato

---

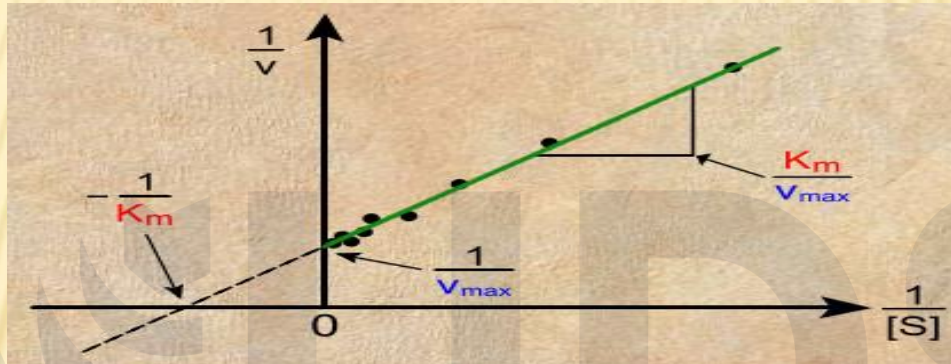
**GRAFICOS DE LINEWEAVER-BURK Y  
EDDIE HOFSTEE**

**UDES**

PASIÓN POR EDUCAR

# QUE SON LOS GRAFICOS DE LINEWEAVER-BURK Y EDDIE HOFSTEE

- ✘ el diagrama de Lineweaver-Burk se emplea como herramienta gráfica para calcular los parámetros cinéticos de una enzima.
- ✘ Su utilidad consiste en que el recíproco de la cinética de Michaelis-Menten es fácilmente representable y que de él emanan mucha información de interés.



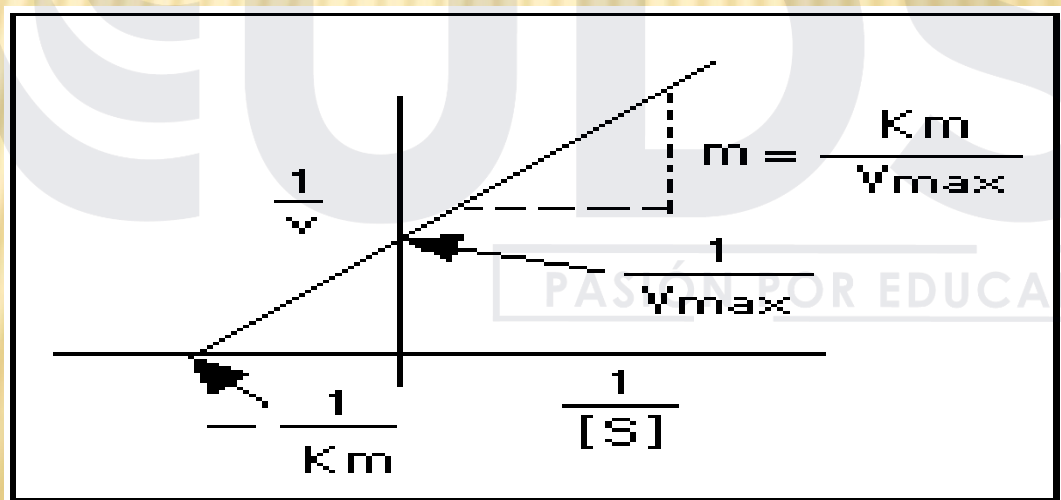
- ✘ donde  $V$  es la velocidad de reacción,  $K_m$  es la constante de Michaelis-Menten,  $V_{max}$  es la velocidad máxima, y  $[S]$  es la concentración de sustrato.
- ✘ La representación gráfica de Lineweaver-Burk permite identificar el  $K_m$  y  $V_{max}$ ; el punto de corte con el eje de ordenadas es el equivalente a la inversa de  $V_{max}$ , y el de abscisas es el valor de  $-1/K_m$ .



- ✘ Existe otra representación de la cinética enzimática aparte de la ecuación de Michaelis-Menten, conocida como diagrama de Lineweaver-Burk, que es más práctico para calcular los parámetros cinéticos de una enzima. En esta representación se grafica el inverso de los valores de la cinética de Michaelis-Menten, lo que da como resultado una línea recta con la siguiente ecuación.

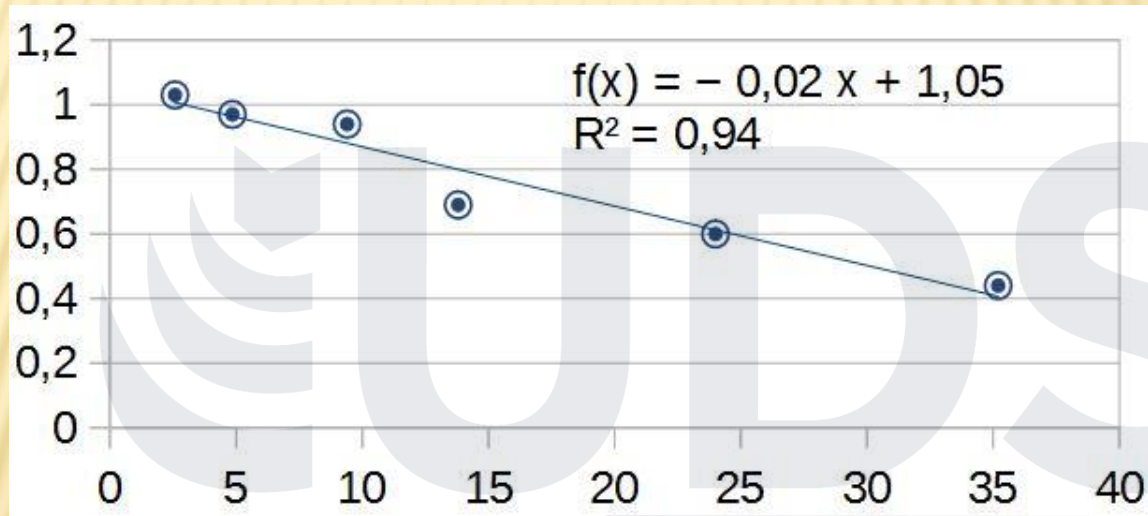
$$\frac{1}{V_0} = \frac{K_m}{V_{\max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}}$$

- ✘ La ecuación de Lineweaver-Burk se usa para determinar los valores de  $K_m$  y  $V_{\max}$ . En la gráfica, el punto donde la línea interseca al eje Y es el valor inverso de  $V_{\max}$ , mientras que el punto donde la línea corta al eje X representa el valor inverso de  $K_m$ .



# HOFSTEE

- ✗ El diagrama de Eadie-Hofstee, también llamado de Woolf-Eadie-Augustinsson-Hofstee o de Eadie-Augustinsson, es una representación gráfica de la función matemática utilizada en bioquímica en el estudio de la cinética de las reacciones enzimáticas, por la que se relaciona la velocidad de una reacción con la concentración del sustrato:



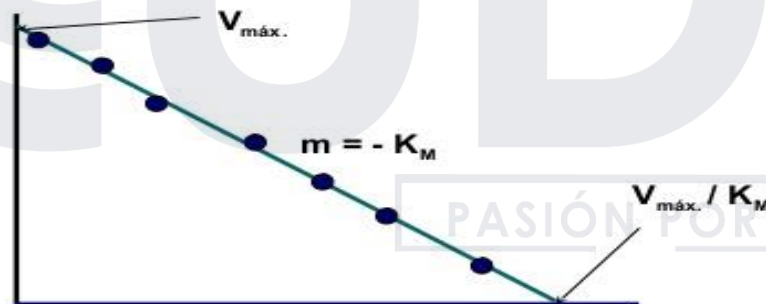
- ✘ De manera similar a otras técnicas que linealizan la ecuación de Michaelis-Menten, el diagrama de Eadie-Hofstee permite visualizar rápidamente los parámetros cinéticos importantes como  $K_M$  y  $v_{máx}$ , pero está menos afectado por el margen de error que el diagrama de Lineweaver-Burk, debido a que asigna el mismo peso a todos los puntos para cualquier concentración del sustrato o velocidad de reacción.
- ✘ Una de las consecuencias del planteamiento de Eadie-Hofstee es que las variables en la ordenada y en la abscisa no son independientes, sino que ambas dependen de la velocidad de reacción. En consecuencia, cualquier error experimental se manifiesta en ambos ejes.

#### Gráfica de Eadie Hofstee

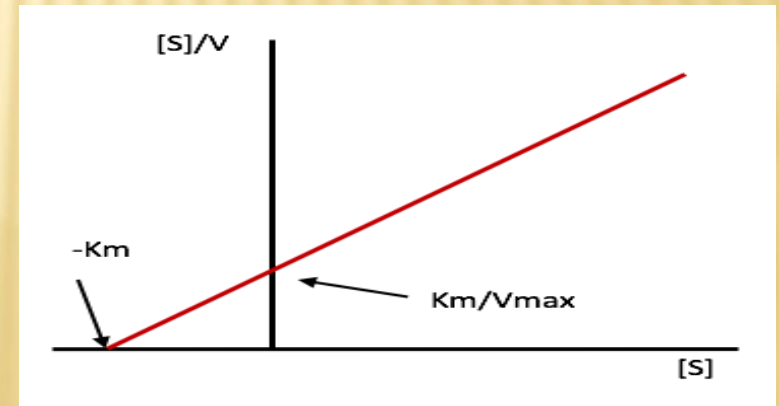
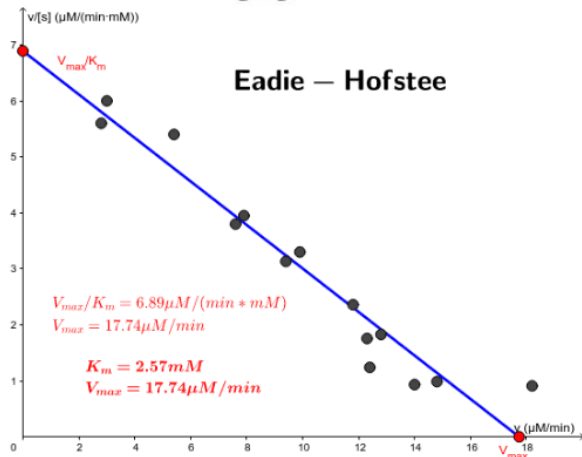
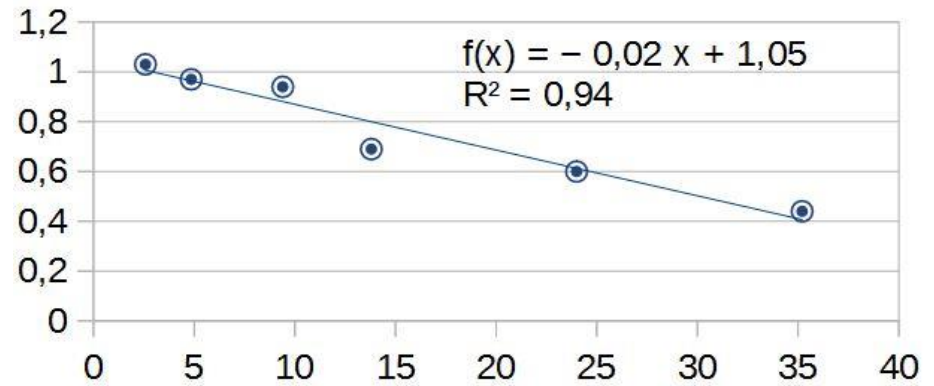
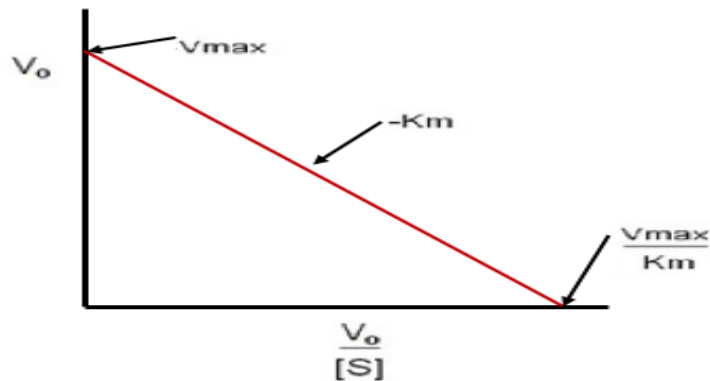
A partir de la ecuación de Michaelis Menten podemos obtener la ecuación de línea recta siguiente:

$$V_0 = -K_M \cdot \frac{V_0}{[S]} + V_{máx.}$$

$$(Y = m \cdot X + b)$$



- ✘ De manera similar a otras técnicas que linealizan la ecuación de Michaelis-Menten, el diagrama de Eadie-Hofstee permite visualizar rápidamente los parámetros cinéticos importantes como  $K_m$  y  $v_{max}$ , pero está menos afectado por el margen de error que el diagrama de Lineweaver-Burk, debido a que asigna el mismo peso a todos los puntos para cualquier concentración del sustrato o velocidad de reacción.
- ✘ Una de las consecuencias del planteamiento de Eadie-Hofstee es que las variables en la ordenada y en la abscisa no son independientes, sino que ambas dependen de la velocidad de reacción. En consecuencia, cualquier error experimental se manifiesta en ambos ejes.





## × PREGUNTAS Y RESPUESTAS

- × ¿ Al medir la velocidad de una reacción enzimática hay que añadir que ?
- × hay que añadir los cofactores
  
- × ¿ Según el modelo de cinética enzimática de Michaelis-Menten es ?
- × la concentración del complejo enzima-sustrato que elevada a lo largo de la reacción
  
- × ¿ La representación de Lineweaver-Burk es una recta cuya pendiente es ?
- ×  $K_M/V_{\max}$
  
- × ¿Qué son Las enzimas alostéricas ?
- × son aquéllas en las que el sustrato no se une al centro activo
  
- × ¿ Si en una reacción catalizada por una enzima michaeliana un aumento en la  $[S]_0$  no provoca ningún cambio en la  $v_0$ , puedo deducir que ?
- × la enzima está desnaturalizada