

la ley de Lambert y Beer, cuando el valor de la absorbancia estaba por encima de 0.8 se realizaron diluciones para llevarlo a un valor entre 0.3 y 0.8 y disminuir el error en la medición. El pH fue ajustado a 8.4 con NaOH y HCL solo inicialmente después de inoculada las botellas. Para verificar la concentración de nutrientes inicial y asegurar que esto no sería una limitante, se midió nitratos (NO_3) y fosfatos (PO_4). El primero con un medidor laquatwin de la marca Horiba modelo B-340 y el segundo con un medidor de la marca Hanna Instruments modelo HI 736. Todas las botellas fueron inoculadas a una densidad óptica inicial de 0.2. Se realizó observación diaria a microscopio, para asegurar que las botellas no estuvieran contaminadas con otros microorganismos que pudieran afectar el experimento.

2.3 Experimento nutrientes.

Para poder evaluar si la microalga *N. limnetica*, podía ser cultivada en el agua residual del invernadero de la producción de jitomate a lo largo de las variaciones de todo el año, se verificó con datos proporcionados por la empresa de la cual se obtuvo el agua residual, el comportamiento de los nutrientes (NO_3 y PO_4) en el agua del 2012 al 2016. La empresa analiza su agua residual quincenalmente mandando sus muestras al laboratorio Relab den Haan en los países bajos. Se obtuvo la concentración para NO_3 y PO_4 que aparecía con mayor frecuencia "moda", el valor máximo y el valor mínimo. Con base a los datos obtenidos se llevó a cabo el experimento. *N. limnetica* fue inoculada por duplicado en las tres concentraciones (máximo, mínimo y moda) y se evaluó el comportamiento. Para preparar las concentraciones se utilizó la misma fórmula que se utiliza en el invernadero, para mantener la misma proporción de nutrientes y se realizaron diluciones. De igual manera que el experimento anterior, el resultado se llevó a cabo bajo condiciones controladas y estériles, en botellas de un litro. Se realizó observación diaria a microscopio,

para asegurar que las botellas no estuvieran contaminadas con otros microorganismos que pudieran afectar el experimento.

2.4 Crecimiento de la microalga.

Para poder evaluar el aumento en el crecimiento promedio de las microalgas se calculó la tasa de crecimiento a partir de la pendiente de la regresión lineal en la fase del crecimiento exponencial.

$$k = (\ln N - \ln N_0) / (t - t_0) \quad (1)$$

Donde k (d^{-1}) es la tasa de crecimiento en la fase de crecimiento exponencial, N_0 es la densidad óptica al inicio de la fase exponencial (t_0) y N representa la densidad óptica al tiempo (t) de la fase exponencial.

También se evaluó el tiempo de duplicación de las microalgas (T), es decir, el tiempo en días en que tarda una célula en duplicarse.

$$T = \ln 2 / k \quad (2)$$

3. Resultados y discusiones

N. limnetica CCMP2260 pudo ser cultivada en el agua proveniente del cultivo de jitomate de un invernadero hidropónico como puede observarse en la figura 1. Comparándose el desarrollo en el agua residual contra el medio BG11, se obtuvo mejor crecimiento en el agua residual, con una tasa de crecimiento de 0.14 y 0.11 d^{-1} respectivamente y un tiempo de duplicación para *N. limnetica* en agua residual de 4.95 y en medio BG11 de 6.3. Yubin, et al (2014), al igual que el presente experimento, evaluaron la tasa de crecimiento de 9 cepas de *Nannochloropsis*, entre ellos *N. limnetica*, inoculándola también en medio BG11, obteniendo una tasa de crecimiento de 0.07 d^{-1} , lo que nos ayuda a corroborar la eficiencia del uso del agua residual del invernadero para cultivar la microalga *N. limnetica*. Esto se puede explicar por la cantidad de nutrientes disponibles en el