

Sin embargo, la producción de cristales proteicos parasporal, llamado delta – endotoxinas inicia con la acumulación y degradación del PHB (poli-β-hidroxibutirato) en ausencia de elementos nutricionales esenciales, durante el proceso de esporulación en el ciclo γ-aminobutírico de la fase estacionaria; Logrando ayudar a estabilizar las proteínas para su proceso de cristalización (Bernhard, 1986). En contraste con, Wang *et al.*, (2016), los cuales afirman, que no se encuentra una correlación específica entre la acumulación de PHB, con la esporulación y la formación de cristales paraesporales.

En consecuencia, el proceso de esporulación se activa cuando *Bt* toma la ruta metabólica del ácido tricarboxílico en la fase vegetativa o muerte (Navarro y Pérez 2014). No obstante, durante las fases de crecimiento y muerte de las células vegetativas de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), se activa un proceso crucial para la formación de esporas, donde la regulación de genes específicos, como el operón del ciclo 2-metilcitrato, juega un papel muy importante. Aunque factores de transcripción como cCPa, aBrB y ccPC afectan la expresión génica de este operón durante estas etapas, se afirma su implicación directa sobre el proceso de esporulación, lo que subraya la importancia de comprender mecanismos moleculares para mejorar el control de la producción de esporas, con amplias implicaciones en biotecnología y agricultura (Zheng *et al.*, 2020).

Por lo tanto, de la figura #2 se afirma, que, desde la fase estacionaria hasta la fase vegetativa o muerte, se inicia la síntesis de proteínas insecticidas para el control de plagas conocidas como; δ-endotoxinas, la cual se divide en: Endotoxinas (Cry y Cyt) y Exotoxinas (Vip, SIP, Mtx y Bin) (Gomis *et al.*, 2018; Liu, L., *et al.*, 2021). También se debe agregar que, las Cry se sintetizan durante la fase de esporulación, las Vip 3 (Pinos, D., *et al.*, 2021).

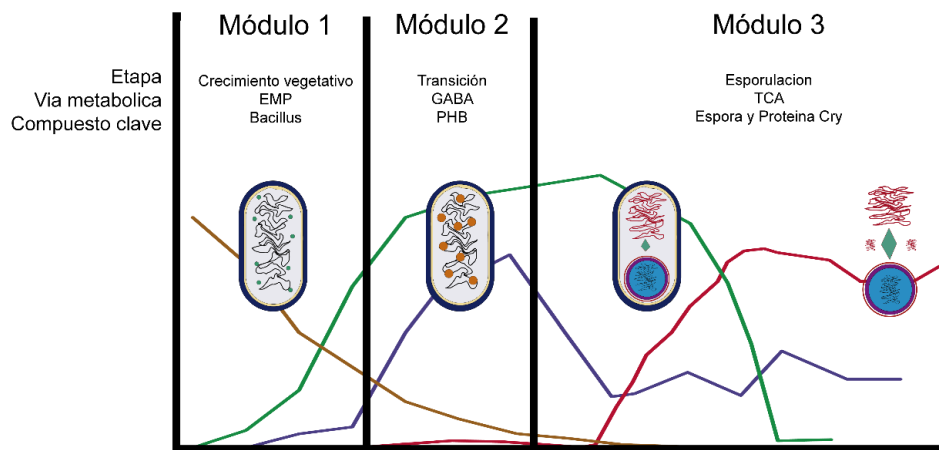


Figura # 2. Embedded-Meyerhof-Parnas (EMP), ciclo γ-aminobutírico de transición (GABA) y ciclo de ácido tricarboxílico (TCA). PHB ■ Espora ■ Bacillus ■ Glucosa ■  
 1Figura 2 Síntesis de proteínas. Tomado de: (Navarro y Pérez 2014).