

VII. Discusión.

El primer paso de la parte experimental de este estudio consistió en medir y pesar las semillas de ambas poblaciones, por esta razón, las primeras observaciones provienen de las diferencias en el tamaño y el peso de las semillas provenientes de Tecali y de Atlimeyaya. Las semillas de Tecali eran visiblemente más pequeñas que las semillas de la población de Atlimeyaya; las semillas de Tecali median en promedio 7 mm de largo con alas que medían (en promedio) 2 mm de lado (9 mm de largo en total), en cambio, las semillas de Atlimeyaya medían 9 mm de largo (en promedio) y sus alas median en promedio 3 mm. Las medidas obtenidas concuerdan con los datos reportados por otros investigadores como **Rzedowski** (1987) y Cordero (1991). El segundo grupo de mediciones fueron acerca del peso. El peso medio de las semillas provenientes de Tecali era menor (0.012 g en promedio, ver Tabla 6.4) que el peso obtenido de las semillas de Atlimeyaya (0.018 g en promedio, ver Tabla 6.4).

Conocer las variables peso y tamaño de las semillas nos permite hacer inferencias acerca de las plántulas que de éstas emergerán ya que estas variables, a menudo, son un buen estimador del tamaño que desarrolla una plántula en las primeras etapas de crecimiento (Villar, R. *et al.*, 2004) así como de su tasa de germinación. Estudios con plantas leñosas (Villar, R., Poorter H., 2004), han demostrado que el peso de la plántula se encuentra correlacionado positivamente con el peso de la semilla y su germinación; en este caso se encontró que si había diferencias significativas en el peso de las semillas entre ambas poblaciones ($p= 0.0001$) y como se esperaba, el valor de la media para la tasa de

germinación fue mayor en la población de Atlimeyaya (ver Tabla 6.6 y Figura 6.4), los resultados son congruentes ya que las semillas de Tecali eran menos robustas, aun así tampoco se puede generalizar este hecho ya que la correlación tamaño de semilla- tamaño de plántula también se encuentra delimitada por las características propias de cada especie y por las condiciones ambientales (Villar, *et al.*, 2004).

Acerca de los resultados obtenidos al tiempo de la primera cosecha, en lo que respecta al área foliar (ver Figuras 7, 8 y 9 de Apéndice Fotográfico) no se demostró estadísticamente que hubieran diferencias ($p=0.0632$) aunque visiblemente la Población de Atlimeyaya había desarrollado hojas más grandes. Con respecto al peso desarrollado (ver Tabla 6.9 y 6.10; y Figura 6.6) se encontró una diferencia significativa ($p= 0.0236$). La población de Tecali, al tiempo de la primer cosecha, había desarrollado un peso menor que el de su contraparte, la población de Atlimeyaya, este fenómeno se puede explicar debido a que las semillas de Tecali (menos robustas que las de Atlimeyaya) dieron lugar a plántulas de menor tamaño que las de Atlimeyaya las cuales germinaron de manera más rápida que sus contrapartes de Tecali. Esta observación es congruente con las evaluaciones hechas por Shipley (1990) las cuales señalan que las semillas más grandes por lo regular exhiben mayores tasas de germinación y las plántulas que de ella emergen resultan ser más vigorosas. Otra explicación que avala los resultados obtenidos y que nos acerca a las diferencias que exhibe *T. stans* dependiendo del medio, es la que sugiere Gómez (2004), quien evaluó las presiones selectivas que dan origen al tamaño de la semilla; su investigación señala que las semillas de una misma especie pueden variar su tamaño dependiendo de las presiones selectivas a las cuales se encuentren sometidas por el medio en el cual se desarrollan.

Continuando de manera progresiva, el segundo conjunto de observaciones provino de los resultados obtenidos una vez iniciada la etapa de germinación de las semillas. Dentro de los resultados obtenidos en este experimento encontramos que las poblaciones estudiadas, aun teniendo la misma disponibilidad de nutrientes, luz y aporte de agua, invierten sus recursos de manera diferente, por ejemplo, en la formación de hojas o para la extensión de su raíz; elementos que contribuyen a un desarrollo diferencial de la cantidad de biomasa

Al tiempo de la segunda cosecha había diferencias notables en el desarrollo de ambas poblaciones. La población de Tecali desarrollaba hojas de menor tamaño que las de la población de Atlimeyaya (ver Figuras 11, 12 y 13 del Apéndice Fotográfico), lo anterior lo podemos comprobar viendo los resultados de la Tabla 6.12, donde encontramos esta diferencia en el área foliar desarrollada por ambas poblaciones. Por su parte, la población de Atlimeyaya desarrolló un área foliar mucho más grande (con una media de 28.360 cm^2) que la de su contraparte, la población proveniente de Tecali (12.590 cm^2); esta vez, si se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = <0.0001$) que pueden verse en la Tabla 6.11, 6.12; así como en la gráfica de la Figura 6.7.

El peso desarrollado por ambas poblaciones al tiempo de la segunda cosecha también era diferente (ver Figuras 11, 12, 13 y 14 del Apéndice Fotográfico). Se comprobó estadísticamente esta diferencia ($p=0.0031$) como se vio en las Tablas 6.13, 6.14.

Los resultados obtenidos de la tasa de Crecimiento relativo y la Tasa de Crecimiento medio por unidad de área foliar (ver Tabla 6.15) nos permiten argumentar que la población de Tecali podría ubicarse dentro de lo que se conoce como estrategia ruderal tolerante a las restricciones, ya que esta estrategia se establece en lugares que han sido perturbados ligeramente y que son improductivos (Grime, 1982). Comparando los resultados obtenidos

por éste estudio (ver Tabla 6.15) con los de la tabla 3.1, podemos corroborar el hecho de que Tecali se encuentra adaptada al estrés (estrategia ruderal- tolerante a las restricciones), ya que las especies *Terminalia oblonga* y *Brosimum alicastrum* son tolerantes a la sombra y presentan valores (R de 0.13 y 0.15 $\text{gg}^{-1}\text{sem}^{-1}$; E de 10 y 26 $\text{gm}^{-2}\text{sem}^{-1}$, respectivamente) semejantes a los encontrados en el presente trabajo (R de 0.44 $\text{gg}^{-1}\text{sem}^{-1}$ y E de 27.3 $\text{gm}^{-2}\text{sem}^{-1}$), en este caso la población de Tecali es tolerante a la sequía. Las ruderales tolerantes se encuentran sometidas a un medio en el cual experimentan estrés durante la fase de crecimiento por lo que se presentan de manera pequeña para evitar aumentar el estrés al que se encuentran sometidas; esto explicaría en gran medida, el desarrollo cauteloso de sus hojas, las cuales fueron pequeñas y considerablemente menos anchas que las de su contraparte de Atlimeyaya.

Estos mismos resultados (R y E) nos permiten ubicar a la población de Atlimeyaya dentro la estrategia ruderal competitiva, perteneciente a las primeras etapas de un proceso de sucesión ecológica. Los resultados concuerdan con el de especies que son pioneras o son propias de etapas tempranas en una sucesión, como *Heliocarpus appendiculatus* y *Trema micranta* (ver Tabla 3.1 y 6.5). La población proveniente de Atlimeyaya presentaba hojas más vigorosas y más anchas que las de la otra población estudiada, su raíz presentaba un complejo bastante amplio de raíces laterales, mucho más invasivo que las raíces de la población de Atlimeyaya lo que nos da indicios de su carácter competitivo en relación a la cantidad de espacio que cada plántula necesita.

Los resultados, a su vez, son congruentes con la observación de que en Atlimeyaya *T. stans* se desarrolla con poca competencia por parte de otras especies que pudieran competir contra ella por la obtención de luz (debido a las grandes hojas que desarrolla la población de Atlimeyaya) o por el espacio. Tanto las características observadas durante el

experimento como el conocimiento de las condiciones del lugar en el que se desarrolla esta población permiten ubicar a esta como una especie ruderal competitiva. “Las ruderales competitivas se presentan en hábitats de alta productividad en los que se impide, por la perturbación, la dominancia de la vegetación por las competidoras” (Grime, 1982). Estos resultados, aunados al comportamiento observado durante la fase del establecimiento (posterior a la cuarta semana de tratamiento) de ambas poblaciones nos permite apreciar que las poblaciones estudiadas adoptan un segundo proceso de adaptación al medio conocido como Estrategia Secundaria durante la fase establecida.

Por otra parte, el análisis de la relación raíz/vástago demostró que las proporciones de biomasa destinada a hojas y raíces entre ambas poblaciones varía a través del tiempo. Al tiempo de la primera cosecha no se encontraron diferencias significativas, sin embargo el análisis realizado al tiempo de la segunda cosecha nos muestra como la población de Tecali parece invertir más en el desarrollo de raíz que la población de Atlimeyaya, razón por la cual, se sugiere realizar experimentos de mayor duración con la finalidad de encontrar diferencias significativas que demuestren la variación en el desarrollo o asignación de biomasa a raíz y hojas entre ambas poblaciones, ya que otros estudios realizados con especies leñosas (Cornelissen *et al.* 1996; Antúnez *et al.* 2001) han encontrado que las proporciones de biomasa destinadas a hojas, tallos y raíces varían a través del tiempo, y en el caso de una comparación entre dos poblaciones, se presentan diferencias en la tasa de crecimiento ya que una población puede optar (como el caso de la población de Atlimeyaya) por la formación de tejido foliar amplio, lo que se traduce en un crecimiento visiblemente más rápido que una población como la proveniente de Tecali, que desarrolló un tejido foliar menor que el de Atlimeyaya por lo que su crecimiento es más lento.

Los experimentos de Wright & Westoby (2000) y de Shipley (2002) también demostraron que el tamaño de la hoja se encuentra negativamente correlacionado con la cantidad de biomasa asignada para la raíz, lo cual se ajusta a los resultados observados en el crecimiento de los miembros de la comunidad de Atlimeyaya que mostraban hojas de mayor tamaño y desarrollaban raíces más pequeñas comparadas con las de la población de Tecali. A su vez estas observaciones encuentran sustento en el hecho de que en Atlimeyaya esta especie puede crecer en zonas con aberturas en el dosel donde la cantidad de luz es abundante y los recursos no se encuentran tan limitados como en Tecali de Herrera. Desde la etapa de germinación se observó que la población de Tecali desarrollaba raíces más largas que las de la población de Atlimeyaya (ver Figuras 5, 6, 9 y 10 del Apéndice Fotográfico), en la población de Tecali se observó también que sus raíces presentaban un mayor número de pelos radicales en comparación de las raíces desarrolladas por la población de Atlimeyaya que presentaban raíz más corta pero con ramificaciones laterales.

Desde el punto de vista ecológico, los resultados anteriores implican que la población de la estrategia de la población de Atlimeyaya es un compromiso ecológico, en donde utiliza una mayor cantidad de recursos para la formación de hojas y con esto una mayor capacidad para captar luz y dióxido de carbono, lo que a su vez se traduce en una mayor tasa de crecimiento en comparación con la población proveniente de Tecali, la cual, en contraste, destina mayores recursos al desarrollo de raíces ya que su estrategia es el compromiso de conseguir un mayor número de nutrientes y agua que le garanticen su supervivencia a costa de un desarrollo foliar modesto; lo que explicaría que desde el inicio de la germinación, la población de Tecali mostraba un desarrollo notablemente más lento que el de su contraparte, los individuos de la población de Atlimeyaya.

Las conjeturas anteriores quedan perfectamente recapituladas en la siguiente sentencia la cual señala que “desde el punto de vista biológico, una planta con mayor proporción de biomasa en raíz tendría un crecimiento más lento, pero en cambio podría tener algunas ventajas (una mayor superficie de absorción) y una mayor supervivencia en hábitats donde los recursos del suelo (agua y nutrientes) son limitantes” (Villar, R., Ruiz- Robledo, J, *et al.* 2004); estas características se ajustan a las condiciones en las cuales se encuentra la población de Tecali, la cual crece en un clima de matorral xerófilo donde el desarrollo de una raíz larga resulta útil al momento de la obtención de recursos del suelo.

En otro estudio de comparación de la tasa de crecimiento entre dos especies de clima contrastante (Castro- Diez, 2002) se comparó a dos especies leñosas, una especie provenía de un bosque templado (UK), la otra provenía de un bosque mediterráneo (península Ibérica), ambas especies fueron cultivadas bajo las mismas condiciones y se encontró que las especies que provenían de un clima mediterráneo poseían una tasa de crecimiento menor (hojas más pequeñas) a favor de una mayor proporción de raíz que podría ser ventajosa en situaciones de sequía o limitación de nutrientes.

Estas mismas diferencias las encontramos al comparar la tasa de crecimiento de las poblaciones utilizadas en este estudio (mayor a favor de la población de Atlimeyaya) lo que confirma los datos reportados en la bibliografía respecto a dos poblaciones provenientes de clima contrastante y nos permiten ubicar a *Tecoma stans* como una especie de estrategia ruderal.

La tasa de crecimiento nos permitió relacionar los datos obtenidos del área foliar y el peso seco con el rápido desarrollo que presenta la población proveniente a Atlimeyaya en comparación de la población de Tecali.

El conocer la tasa de crecimiento es una herramienta útil que nos permite encontrar diferencias en la velocidad de crecimiento entre ambas poblaciones y ajustar estas características con las necesidades que se tengan para la gestión o desarrollo de un programa de reforestación o de conservación.

De acuerdo con Villar *et al.* (2004) el conocimiento de la capacidad de crecimiento de las plantas leñosas durante la fase de plántula, así como de las características intrínsecas que la determinan son un requisito esencial para la comprensión de la ecología de la regeneración del bosque, en su caso, el bosque mediterráneo. Así mismo, el poder reconocer la estrategia que una especie adopta, es decir las adaptaciones ecofisiológicas, nos permite aumentar el éxito con fines de reforestación o de restauración ecológica (Peñuelas, 2004) ya que nos permite predecir el comportamiento de la especie que se piensa utilizar (en este caso *T. stans*).