

NOTA TÉCNICA

OBSERVACIONES FENOLOGICAS DE *Satureja macrostema* (Benth.) Briq., EN DOS LOCALIDADES DE MICHOACÁN, MÉXICO

Mario Aguilar Ramírez¹, Hipólito Jesús Muñoz Flores¹,
Miguel Hernández López¹, Miguel Ángel Bello González¹
y Rafael Salgado Garciglia²

RESUMEN

Las especies del bosque secundario representan un gran potencial como generadoras de alternativas para el desarrollo social. El té nurite (*Satureja macrostema*) en la medicina tradicional del pueblo Purépecha se utiliza para combatir infecciones intestinales, así como estomático y estimulante de los movimientos gástricos. El presente estudio se realizó en un módulo de domesticación establecido en el Jardín del Campo Experimental Uruapan del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en tres sitios de investigación localizados en terrenos de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, y una plantación de *Pinus pseudostrobus*-*Alnus acuminata* ssp. *arguta*. Se determinó que cada evento fenológico se relaciona con los patrones estacionales, el ciclo anual climatológico y en ocasiones un solo factor ambiental es el responsable de la presencia o ausencia de alguna fase. La temperatura y la humedad influyen en la expresión final de cada etapa fenológica así, la vegetativa o foliación se observa durante el verano, se inicia con las lluvias y termina a finales del otoño. La floración comienza en invierno y se prolonga hasta la primavera; mientras que la fructificación se manifiesta de enero a mayo (invierno hasta primavera), en tanto que la defoliación coincide con la floración y la fructificación en relación directa. La presencia de hojas más grandes al promedio citado para la especie y el mayor número de flores por verticilo sugieren la existencia para el área de otra especie, variedad o forma.

Palabras clave: Fenología, México, Michoacán, plantas medicinales, *Satureja macrostema*, té nurite.

Fecha de recepción: 26 de agosto de 2004.

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2005.

¹ Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacifico Centro, INIFAP. Correo-e: muñoz.jesus@inifap.gob.mx

² Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ABSTRACT

Secondary forest species offer great potential as sustainable non-timber forest products for socio-economic development. The P'urhêpecha people use te nurite (*Satureja macrostema*) as a traditional medicine to treat stomach and intestinal infections, and stimulate gastric movements. The purpose of the present study was to determine the phenology of *Satureja macrostema* in relation to the major ecological factors. The study was carried out in a domesticated stand of the botanic garden of the Uruapan Experimental Station (INIFAP) a natural stand in the forest of the Indigenous Community of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan, Mexico, and in a *Pinus pseudostrobus*-*Alnus acuminata* ssp. *arguta* plantation. Each phenologic event is related to seasonal patterns and cycles; but one environmental element can be identified as the most important factor for the presence of any phenologic phase. Temperature and humidity are the major abiotic factors that influence their final expression. The foliar phase occurs during summer, starting in the rainy season and ending in the fall. Flower production begins during winter and lasts until spring. Fruit production occurs from January to May (winter-spring). Defoliation is inversely correlated with flower and fruit production since, as they increase, so does leaf fall. Larger leaf size and more numerous flowers per flowering branch, suggests the species in this region may be distinct from other species.

Key words: Phenology, Mexico, Michoacan, medicinal plants, *Satureja macrostema*, te nurite.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las etapas de crecimiento y desarrollo de *Satureja macrostema* (Benth.) Briq. es esencial para su manejo sustentable y dado que no existen registros sobre investigaciones fenológicas del té nurite, la presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de obtener tal conocimiento.

Desde sus orígenes, el hombre ha utilizado a las plantas como parte de su dieta, primero como recolectores de follaje, raíces, frutos y semillas; después (aproximadamente 10,000 años) como cultivadores de distintas especies, logrando una fuente de alimento más abundante y confiable. Ligado a la historia de la humanidad en la agricultura, ha estado el arte de observar la secuencia temporal de las distintas fases del ciclo de vida de los vegetales a lo largo del año, lo que se conoce como fenología, del griego phaino, mostrar o aparecer (Linnaeus, 1751; Schenell, 1955, citado por Montenegro y Ginocchio, 1998).

El propósito de los estudios más antiguos fue construir calendarios fenológicos, los que se superponían con el astronómico. De tal manera que, las estaciones

del año estaban marcadas por grupos fechados de eventos propios del desarrollo de sus cultivos (Lieth, 1974). En otras palabras se utilizaba la fenología como una técnica del área de la meteorología agrícola. De esta forma, el hombre aprendió en qué fechas sembrar y cosechar para obtener los mejores rendimientos de las plantas usadas como alimento.

La fenología se define como el estudio de la secuencia temporal de sucesos biológicos recurrentes (predecibles), en un intento por interpretar las causas bióticas y abióticas de tales secuencias; así como la interacción entre las fases de la misma y/o de distintas especies (Lieth, 1974; De Fine y Revelo citado por Hinojosa, 1979); su conocimiento permite implementar el uso óptimo de insumos y el aprovechamiento de los factores genéticos y ambientales (Solórzano, 1980).

Las distintas etapas del ciclo de vida de una planta se pueden agrupar en fenofases arbitrarias, tales como la germinación; crecimiento vegetativo del adulto, de una plántula; floración, fructificación y dispersión (Flint, 1974).

El ambiente es la suma de las influencias o fuerzas externas que actúan sobre los organismos modificando su crecimiento, estructura y reproducción en un lugar determinado (Billing, 1968). La fenología estudia los cambios a través del tiempo de la vida vegetal; se basa exclusivamente en establecer de la siembra a la cosecha, la fecha de las diferentes fases del desarrollo, a fin de precisar la división del periodo vegetativo en subperiodos y determinar los que son críticos (Azzi, 1971).

Font Quer (1979) indica que el término fenología es la forma contracta de fenomenología, según el diccionario Webster es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados con cierta regularidad como: la brotación, la floración, la maduración de los frutos, etc.; éstos se relacionan con las condiciones meteorológicas en que ocurren, y viceversa; de la fenología se pueden obtener secuencias relativas al clima, sobre todo del microclima, cuando ninguno de los dos se conocen completamente.

Los términos fenología, crecimiento y desarrollo son confundidos en la predicción de etapas del ciclo de vida de las plantas, de hecho los dos últimos definen al primero como el estudio de los eventos secuenciales involucrados en el desarrollo total del cultivo; el crecimiento es más usado para referirse al incremento en tamaño, mientras que el desarrollo se refiere a la diferenciación de células al producir nuevos órganos (Anderson *et al.*, 1978).

Por otra parte, para Solórzano (1980) la fenología permite comprender las respuestas de los seres vivos al ambiente, vía la variación de éstas a lo largo de su crecimiento, examina las transformaciones de los organismos en el tiempo y su interacción con el ambiente. Conocer cuáles son las etapas críticas de las plantas cultivadas y su uso adecuado en determinadas condiciones ambientales,

favorece los incrementos en la producción; así como ahorros en los insumos disponibles, con lo que aumentan los beneficios económicos.

Azzi (1971) menciona que para sintetizar el estudio de la fenología, es conveniente medir el periodo de vida de una especie en varios estadios y así facilitar la comprensión del comportamiento de los seres vivos a través de su desarrollo.

Los factores antes señalados están muy relacionados con los principios activos que contienen los órganos vegetales, ya que en la planta se presentan procesos de translocación y acumulación, que no sólo pueden tener un ritmo anual o estacional, sino inclusive diario.

En este contexto, la determinación de las fases fenológicas de las plantas medicinales bajo condiciones de cultivo, adquiere gran importancia, ya que la concentración de sus principios biológicos activos está influenciada por fenómenos atmosféricos, tales como: la temperatura, la precipitación y la luz (Fuentes y Granda, 1984). Su cultivo tiene por objetivo obtener la mayor cantidad de principios activos, cuyo campo es altamente especializado y requiere de estudios avanzados y numerosas investigaciones (Mahram, citado por Estrada, *et al.*, 1996).

Cada estadio distintivo dentro del ciclo de vida de una especie se denomina fenofase. En los trabajos fenológicos las observaciones se realizan al principio y final de cada etapa, en especial cuando los organismos muestran cambios en un periodo muy corto de tiempo. La forma en que ocurre la fenofase a lo largo del año se llama "fenodinámica", al contabilizar el porcentaje de taxa que en una comunidad inician una fenofase dada, permite definir los "fenogramas". La elaboración de la fenodinámica para cada taxón en una comunidad, o su presentación en cuadros comparativos se conoce como "espectro fenológico" (representación gráfica) (Bello, 1983).

Durante el verano de 1996, se establecieron un módulo de domesticación de té nurite (*Satureja macrostema*) en el Jardín Botánico del Campo Experimental Uruapan (CE-Uruapan); además de tres sitios de investigación en diferentes parajes (uno por localidad), ubicados en terrenos de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), con las siguientes características:

Sitio experimental 1. "Agua Chiquita", superficie de 1 ha, con bosque mixto regular de *Pinus-Quercus*, y corta de 20% de arbolado.

Sitio experimental 2. "Cerro Prieto", 1 ha de bosque irregular de *Abies-Pinus* con corta de 33% de arbolado.

Sitio experimental 3. "Cerro de la Laguna", 1 ha de bosque irregular de *Pinus-Abies* de 30% de corta del arbolado.

El criterio de selección consistió en que fueran manchones de grandes dimensiones, para establecer los sitios experimentales sin restricción de área y con el mínimo de disturbio.

En cada localidad se procedió a la delimitación de 1 ha (100 x 100 m) con alambre de púas para evitar daños por el pastoreo y se hizo una guardarraya de 2 m de ancho para protección contra incendios forestales. En la superficie cercada se limitaron cinco sitios de 10 x 10 m para realizar las mediciones y observaciones a partir de 1996 al 2000. (Figura 1).

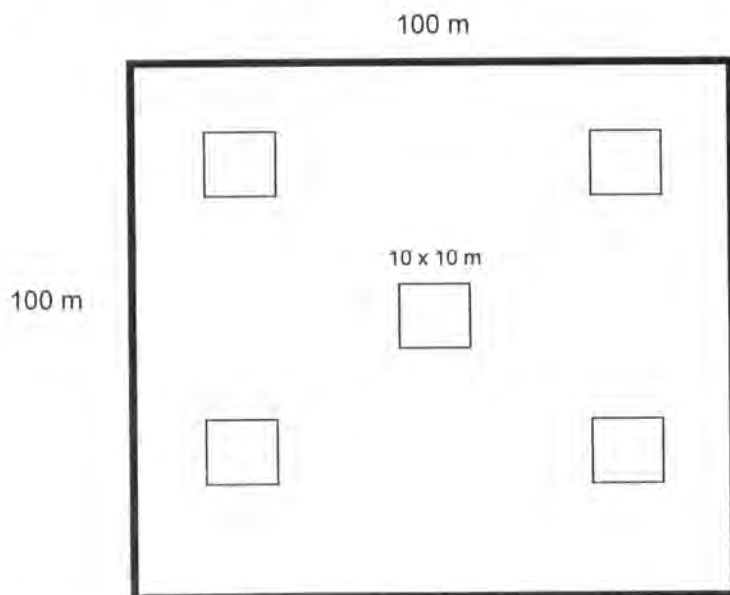


Figura 1. Forma y tamaño de los sitios permanentes para el estudio de *Satureja macrostema* en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich.

Además se estableció un módulo de observación y muestreo en una plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl.-*Alnus acuminata* spp. *arguta* (Schlechtld.) Furlow., localizada en terrenos de la misma comunidad.

Observaciones fenológicas

En los sitios de 10 x 10 m se ubicaron y contabilizaron individuos de la especie de interés por m², a continuación se les colocó un listón de diferente color en

cuatro ramillas localizadas en cada uno de los puntos cardinales, a las cuales se les dio seguimiento con relación a su fenología.

La caracterización de las fases se hizo con base en la clasificación del Instituto de Genética Forestal de Placerville, California (Cumming y Rigter, 1948), que comprende los siguientes aspectos:

Fase vegetativa.- Incluye desde la presencia de una yema vegetativa hasta el desarrollo total de las hojas. La aparición de un vástago rudimentario en las axilas de las hojas, protegido por una serie de catáfilos es conocida como yema vegetativa (YEM VEG). Esta fase se considera activa a partir de la emisión de los primordios vegetativos (V1). Al momento de alcanzar la mitad de longitud del desarrollo normal de la hoja, se le denomina plenitud de la fase (V2); cuando se llega al tamaño máximo se registra como fin del estadio (V3).

Floración.- Se designa yema floral (YEM FL) a la etapa en la que las estructuras florales están encerradas en catáfilos; a la presencia de pétalos y sépalos con el desarrollo parcial y total de los estambres se clasifica como inicio de la floración (F11). La liberación de los granos de polen constituye la plenitud de la fase (F12), al final de ella se observa la marchitez de las estructuras florales, lo que implica su conclusión (F13).

Fructificación.- El inicio se denomina Fr1, el desarrollo completo de la semilla dentro del ovario corresponde a Fr2, la madurez del fruto con la dispersión de la semilla es la etapa Fr3.

La nominación total de una fase fenológica en la población estudiada, se determinó cuando 60% de las plantas muestreadas presentaron el mismo estadio.

Ciclo anual de desarrollo

Actividad vegetativa.- En el presente trabajo se observó que 30% de las plantas de *Satureja macrostema* pierden 100% de sus hojas; en tanto que 70% sólo tiran entre 80 y 90%. Este comportamiento da origen a suponer la presencia en el área de estudio de otra especie, variedad o forma del té nurite; también se nota que el tamaño de las hojas es variable (Figura 2); algunas tienen de 4-5 cm de largo, el cual es mayor al rango (1-4 cm) descrito en las monografías y claves del taxón, pero en promedio son de 2.5 a 3.5 cm de longitud, contrastando a simple vista ambos tipos de plantas, lo que refuerza la idea anterior.

Un ejemplo de arbusto con dimorfismo foliar estacional es la especie nativa del matorral de la zona mediterránea de Chile, *Satureja gilliesii* (Benth.) Briq., que muestra hojas grandes en dolicoblastos durante el invierno, y hojas pequeñas en braquiblastos en la primavera. La primera respuesta a la sequía estival es la caída de las hojas de los dolicoblastos, y la segunda es la completa deshidratación

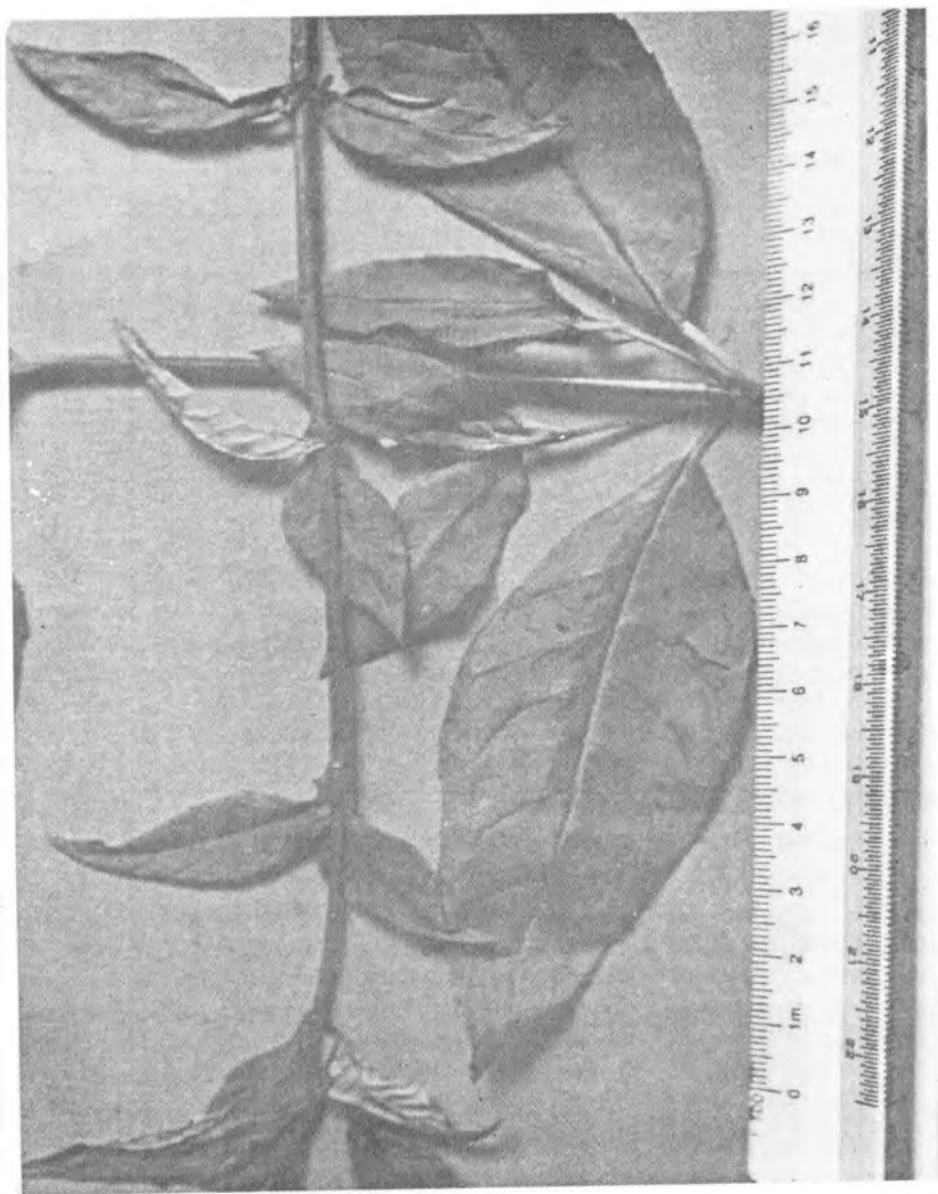


Figura 2. Diferentes tamaños de hojas del té nurite (*Satureja macrostema*).

de las que se localizan en los braquiblastos, sin ser eliminadas del dosel, éstas reverdecen con las lluvias de la estación. Lo anterior es un ejemplo de poiquilohidrismo a nivel de Angiospermas, poco descrito en la literatura (Montenegro *et al.*, 1979), pero que fue observado en algunas plantas de té nurite (Figura 3), lo que sugiere un comportamiento extraordinario de adaptabilidad de algunos individuos a cambios ambientales, por lo que pudiera tratarse de una especie o variedad no registrada para la zona de estudio.

El crecimiento vegetativo se produce, en la mayoría de los casos, cuando las condiciones del ambiente son las más favorables para mantener un balance hídrico adecuado; además de que la temperatura promedio sea óptima para desencadenar la producción hormonal. La caída de las hojas y de las ramas, también se relacionan con la disminución de las estructuras fotosintetizadoras y tiene lugar durante los periodos en los que algún factor limita el crecimiento, lo que mantiene a la planta bajo estrés (Orshan, 1954). La senescencia y pérdida de los órganos ayuda a disminuir, en parte, el efecto que produce la falta de recursos en un momento dado, ya que disminuye el costo energético que significa mantener estructuras de las que la planta puede prescindir (Montenegro *et al.*, 1998).

Periodicidad en la caída de las hojas.- En las plantas de *Satureja macrostema* se observó una tendencia a la defoliación que inicia en los meses de noviembre-diciembre (Figura 4), justo al terminar la foliación o fase vegetativa e inmediatamente después de la aparición de las primeras yemas florales, es decir, al iniciar la floración se incrementa la senescencia de las hojas, que coincide con el fin de las lluvias e inicio del invierno; la pérdida de las hojas aumenta de manera importante durante el periodo más seco (marzo-abril-mayo) y se interrumpe con las primeras precipitaciones al terminar la fructificación.

Cabe señalar que la caída de las hojas se presentó todo el año, pero ésta fue mínima y se caracterizó por ser más notable en la época antes señalada, la defoliación fuera de temporada responde a la existencia de hojas adultas de un ciclo anterior, o bien a la falta de luz, que ocasiona un cambio de coloración de amarillento a blanquecino, seguido por su muerte y caída.

Un comportamiento diferente muestran las plantas del módulo del Jardín Botánico del CE-Uruapan y la CINSJP, en las cuales su follaje permaneció verde todo el año; sin embargo, en el módulo del Jardín Botánico se realizaron riegos esporádicos que pudieron ayudar a conservar la humedad en el suelo, aunque es importante hacer notar que el manto freático tanto en Uruapan, como en la CINSJP, se localiza entre 1-3 m de profundidad y las raíces del té nurite son profundas, lo que explicaría que este factor no sea una limitante para que las hojas de las plantas persistan y se incrementen.



Figura 3. Poikilohidricismo en té nurite (*Satureja macrostema*).

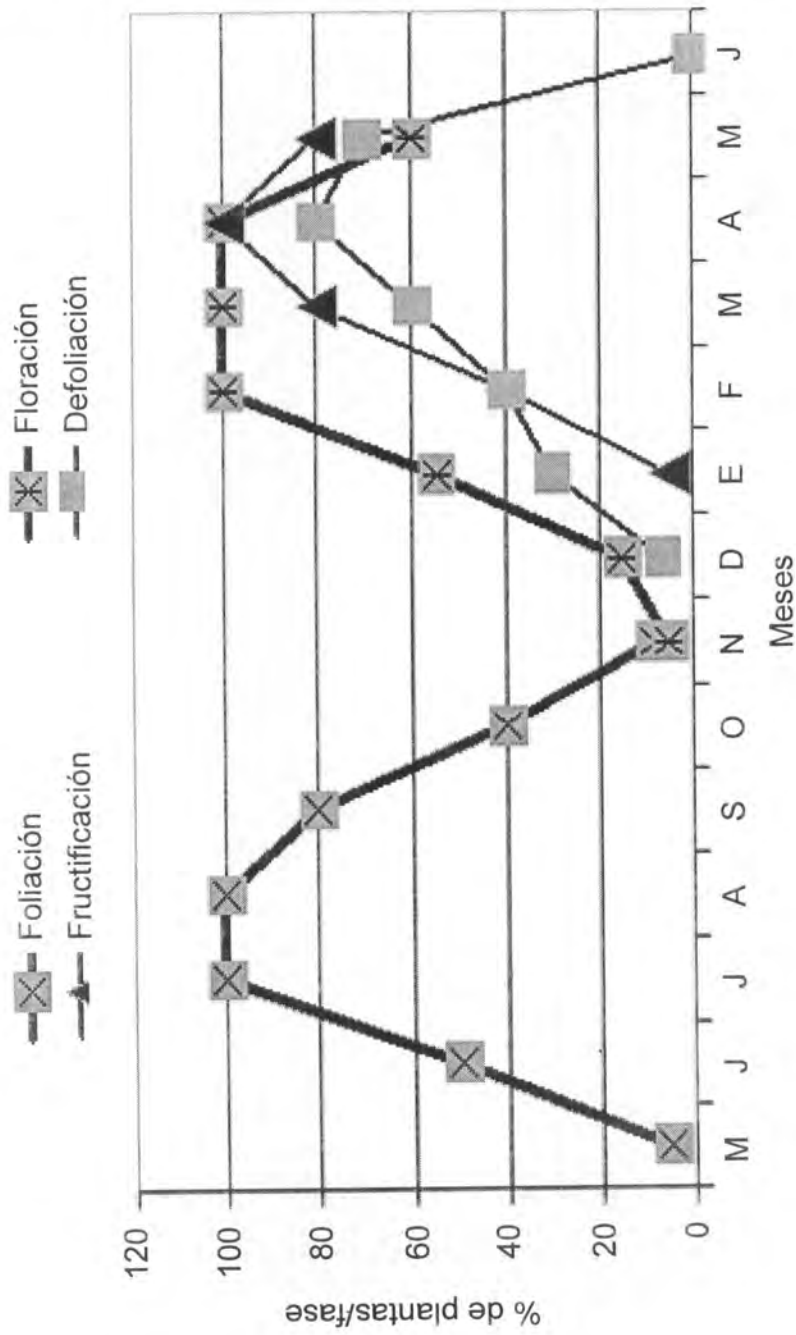


Figura 4. Fenología del té nurite (*Satureja macrostema*)

Lo anterior resulta de mayor importancia para el cultivo de la especie, ya que se tendría follaje verde todo el año para su cosecha, hecho que no sucede con las plantas silvestres que presentan defoliación. La respuesta de los individuos establecidos en las plantaciones de *Pinus pseudostrobus* - *Alnus acuminata* ssp. *arguta*, fue similar al de los individuos silvestres.

El costo en términos del carbono para mantener las hojas durante el periodo desfavorable en las especies decíduas, sobrepasa el precio de volver a desarrollarlas (Mooney y Miller, 1985). La cantidad de carbono fijada por los vegetales está determinada por la disponibilidad de recursos en el ambiente, los eventos fenológicos tales como: inicio y elongación del tallo y de las hojas, floración, fructificación y abscisión o muerte de las hojas, son procesos ligados a las estrategias propias de cada especie para la asignación de carbono (Mooney *et al.*, 1977). El ciclo de vida de las plantas de clima mediterráneo depende en gran parte del potencial hídrico del suelo, dado que éste varía con la profundidad a lo largo de las estaciones, y que las diferentes formas de vida tienen sistemas radicales con distinta profundidad, sus ciclos son asincrónicos; así mismo, la condición de la etapa de crecimiento también ésta desplazada (Mooney y Miller, 1985).

Inicio del estado vegetativo.- La periodicidad de la categoría (V1) o emisión de primordios vegetativos, es justo al final de la fructificación (mayo) e inicio de la temporada de lluvias (mayo-junio), con altas temperaturas (máxima de 24°C); éstos son los factores que disparan el proceso de aparición de las "hojas primarias", comportamiento que a la fecha no había sido registrado, que se caracteriza por la presencia de hojas de mayor tamaño al citado en las claves taxonómicas, las medidas del material estudiado fueron de 10.5 cm de largo y 3.5 cm de ancho (Figura 2), para el caso de los individuos en fase V2 (julio-agosto) (figuras 4 y 5). El follaje disminuye hasta terminar los meses de octubre-noviembre (V3), cuando principia la defoliación de las primeras ramillas del ciclo anterior, la aparición de las primeras y aún escasas yemas florales.

Un recurso de vital importancia para el crecimiento vegetal es el agua, su disponibilidad influirá en el inicio y en la intensidad de los eventos fenológicos; aunque, es importante señalar que las especies difieren en sus respuestas al estrés hídrico (Poole y Miller, 1975; Orshan *et al.*, 1988).

Floración.- La fase de floración está muy relacionada con la caída de las hojas, al acrecentarse el número de flores, la abscisión de las hojas aumenta e inicia la fase F11, justo al terminar el estado vegetativo (octubre-noviembre), cuando aparecen las primeras yemas florales (figuras 4, 5 y 6). Cabe hacer notar que en la etapa vegetativa se desarrollan hojas y ramillas, son estas últimas las que inician un verdadero crecimiento vegetativo asociado a la floración, ya que cada nueva

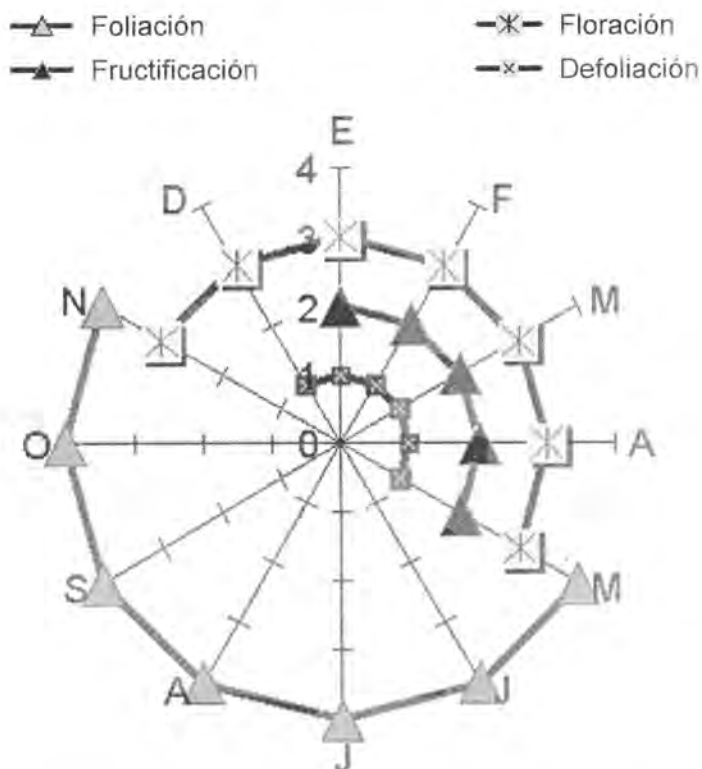


Figura 5. Fases fenológicas del té nurite (*Satureja macrostema*)

ramilla produce en los entrenudos a las yemas florales, de tal manera que entre más crecen e incrementan su número, mayor cantidad de flores aparecerán hasta llegar a su plenitud (FI2) en los meses secos de febrero y marzo (Figura 7), época en la que se observa la liberación de polen, lo que marca el inicio de la fase vegetativa, con las primeras lluvias.

La mayoría de las estructuras reproductivas en las especies deciduas de verano se desarrollan a partir de yemas terminales y axilares de los braquiblastos absolutos, probablemente debido a que los recursos invertidos en producir entrenudos son bajos, la planta puede canalizar gran parte de ellos hacia la formación de órganos sexuales, como en el caso del té nurite. Estos taxa al final del período de crecimiento no sólo eliminan gran parte de las hojas, sino que también pierden las ramas cortas (Montenegro *et al.*, 1998) con lo que disminuyen,

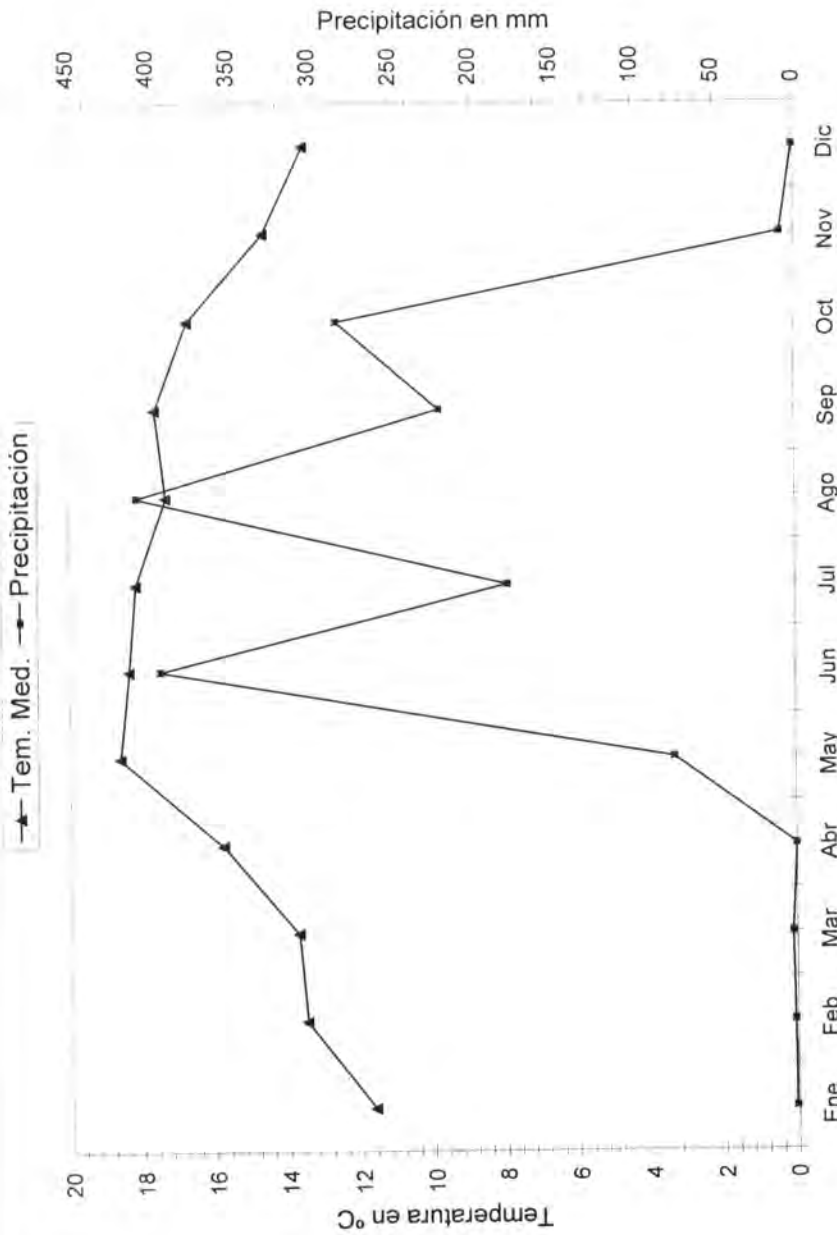


Figura 7. Climatología ombrotérmica. Estación Meteorológica Uruapan.

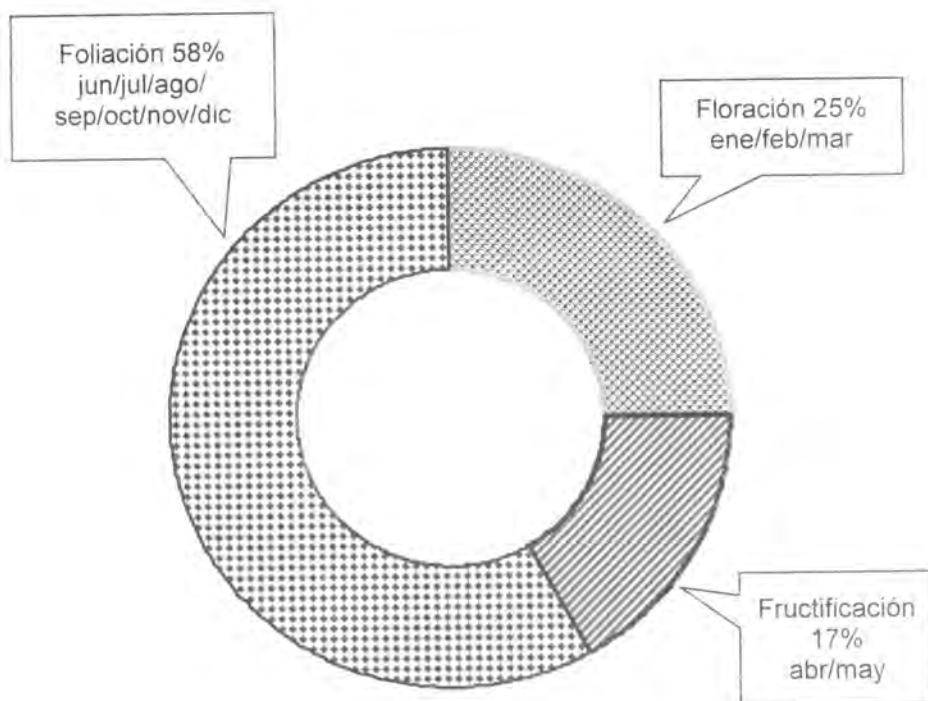


Figura 6. Fenología anual del té nurite (*Satureja macrostema*).

de manera significativa, las estructuras no utilizadas (Solbring y Orians, 1977; Lovell, 1985).

En los sitios experimentales, la floración tuvo lugar en las estaciones de invierno y primavera (figuras 4, 5 y 6), el total de las plantas la presentó en los meses de febrero, marzo y abril, lo cual coincide con las observaciones efectuadas por varios investigadores en otras especies (Aubreville, 1938; Hiltum, 1953; Njoku, 1963; citados por Bello, 1983); el hecho de lograr la plenitud floral en el período de febrero-marzo, relaciona tal efecto con la temperatura ya que en este lapso de tiempo, por lo regular se registra un incremento de 12 a 15°C (Figura 7) que afecta su inicio y desarrollo (Kramer y Kozlowski, 1960).

Por otro lado, el comportamiento de la floración en los módulos y la plantación, fue idéntico al de las plantas silvestres de los sitios experimentales de la CINSJP, en cuanto al inicio y término de las fases descritas; sin embargo, hubo diferencia en el número de flores (Figura 8) y ramillas que las presentaron en el módulo del

Jardín Botánico del CE-Uruapan, sólo se manifestó en 20% de las plantas y de ellas unas cuantas ramillas tenían de 1 a 2 flores, lo anterior sugiere que la disponibilidad de recursos determinó ese comportamiento, en este caso la humedad en el suelo; ya que las plantas no detectaron, no necesitaron, o bien la abundancia del recurso interrumpió la secuencia de la floración, y como respuesta se obtuvo un abundante follaje sin permitir en grado importante el desarrollo de flores, y mucho menos la abscisión o senescencia de las hojas, por lo que la presencia de humedad es uno de los factores externos que ejercen mayor influencia en la presencia o ausencia de las fases fenológicas (Kramer y Kozłowski, 1960).

Una observación relevante es que algunos individuos mostraron dos ramilletes florales por axila, de los que se forman de seis a siete flores, que indican la existencia de variación que pudiese dar origen a variedades o formas, pues dicho comportamiento se sale del contexto citado para esta especie, cuyo número de flores registrado por otros autores es de 1 a 4.

Periodicidad de la fructificación

Esta fase tuvo un desarrollo gradual durante la época de secas, cuando es nula o menor la precipitación, abarca el ciclo de invierno y primavera (enero-mayo), se caracteriza por el crecimiento de las nuevas ramillas que generan yemas florales, las que a su vez maduran paulatinamente, de tal manera que los primeros frutos (Fr1), aparecen en el mes de enero, hasta alcanzar su punto máximo entre marzo y abril (Fr2), al tiempo en que la dispersión de semillas se incrementa; la fase Fr3 ocurrió al momento en que la dispersión de semillas declinó en el mes de mayo (figuras 4, 5, 6 y 9).



Figura 8. Floración de *Satureja macrostema* en el módulo de Uruapan y en los sitios experimentales de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich.

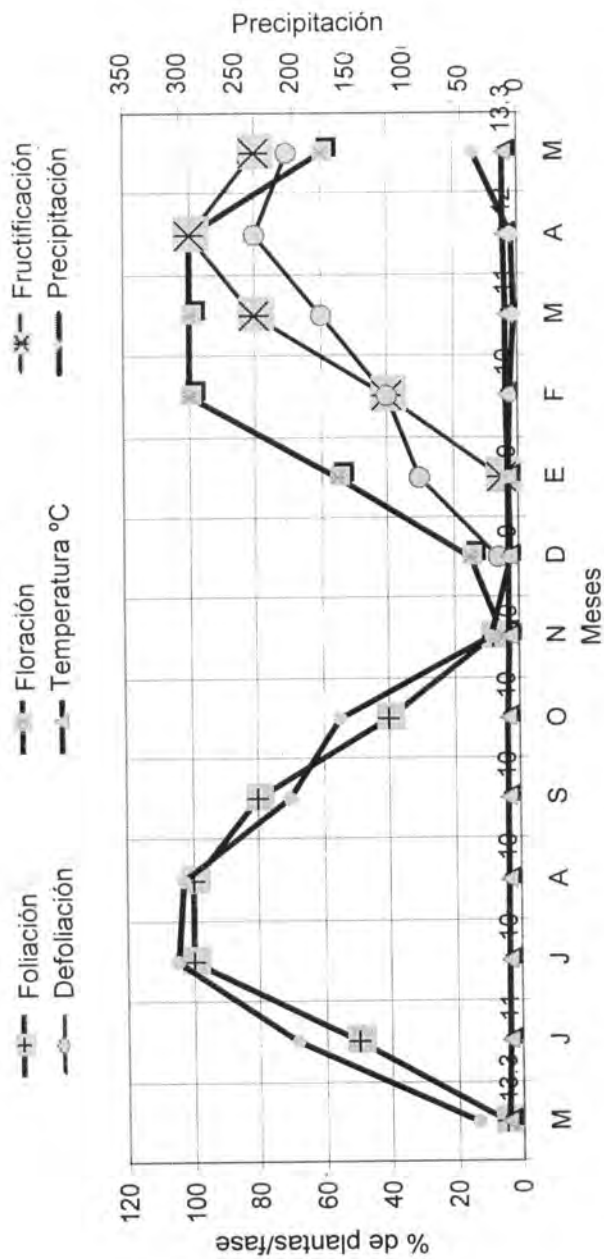


Figura 9. Fenología del té nurite (*Satureja macrostema*) y su relación con la temperatura y la precipitación.

REFERENCIAS

- Anderson W. L., R. Smith and Mc William, J. 1978. A systems approach to the adaptation of sunflower to new environments. *In: Phenology and development. Field Crops Research* 7:141-152.
- Azzi, G. 1971. *Ecología Agraria*. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 424 p.
- Bello G.; M. 1983. Estudio fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Mich. (México). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D. F. 67 p.
- Billings, G. 1968. Las plantas y el ecosistema. Serie Fundamentos de la Botánica. Ed. Herrero, S. A. México. 168 p.
- Cumming, W. C. and F. I. Richter. 1948. Methods used to control pollination of pines in the Sierra Nevada of California. USDA. Circ. 192, 18 p.
- Estrada, L., A. Marín, R. Quintana y A. Paz. 1996. Germinación y fenología: revisión bibliográfica. *Plantas Medicinales de México. Introducción a su estudio*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. pp. 397-410.
- Flint, H. L. 1974. Phenology and genealogy of woody plants. *In: H. Lieth (Ed.). Phenology and seasonality modeling*. Springer Verlag New York, pp: 83-100.
- Fuentes, E. y Granda M., M. 1984. Aspectos fenológicos del género *Datura*. *Revista Cubana de Farmacia* 18(2):46-55.
- Hinojosa, C. 1979. Fenología. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. Boletín Técnico No. 3. 61. p.
- Kramer, P. J. and T. T. Kozlowski. 1960. *Physiology of trees*. Mc. Graw-Hill, New York, pp. 114-162
- Lieth, H. 1974. Purposes of a phenology book. *In: H. Lieth (Ed). Phenology and seasonality modeling*. Springer Verlag. New York. pp. 3-19.
- Lovell, P. 1985. The importance of plant form as a determining factor in competition and habitat exploitation. *In: I. White. (Ed.). Studies on plant demography*. Academic Press. London. pp. 209-219.
- Montenegro, C., Hoffmann, A. J., Aljaro, E M. and Hoffmann, A. E. 1979. *Satureja gilliesii*, a poikilohydric shrub from the Chilean Mediterranean vegetation. *Can J. Bot.* 57 (11):1206- 1231.
- Montenegro, C. y Ginocchio, R. 1998. Arquitectura metamérica en especies arbustivas de ecosistemas mediterráneos. *In: Proceedings of the 6th Latin American Botanical Meeting. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 68: 363-380.
- Mooney, H., Kummerow, J., Johnson, D., Keeley, A., Hoffmann, A., Hays R., Gilberto, J. and C. Chu. 1977. The producers. Their responses and adaptative responses. *In: (Ed.). K. Mooney, Convergent evolution in Chile and California: Mediterranean Climate Ecosystems*. Dowden, Hutchinson and Ross. Stroudsburg, Penn. pp. 255-267.

- Mooney, H. and Miller, C. 1985. Chaparral. *In*: B. Chabot and H. Mooney (Ed.). Physiological ecology of north american plant communities. Chapman and Hall. New York. pp. 213-231.
- Orshan, G. 1954. Surface reduction and its significance as a hydroecological factor. *J. Ecol.* 42:442-444.
- Orshan, F., E. Floch, A. Le Roux and G. Montenegro. 1988. Plant phenomorphology as related to summer drought in mediterranean type ecosystems. *In*: Di Castri, F., Ch. Floret, S. Rambal and J. Roy (Eds.). Time scales and water stress. Proceedings of the 5th. International Conference on Mediterranean Climate Ecosystems. IUBS, Paris. pp. 111-123.
- Poole, D. and C. Miller, 1975. Water relations of selected species of chaparral and coastal sage communities. *Ecology* 56: 1118-1128.
- Solbrig, O. and G. Orians, 1977. The adaptative characteristics of desert plants. *Amer. Sci.* 65: 412-421.
- Solórzano V., E. 1980. Fenología y comportamiento de los componentes del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de haba (*Vicia faba* L). Tesis de M. en C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México. 147 p.