

ASPECTOS FENOLÓGICOS DEL ÁRBOL DEL NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) EN UN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO

A. Sosa-Martínez^{1¶}; R. Mosqueda-Vázquez¹; A. Lagunes-Tejeda²; D. Riestra-Díaz^{1†}

¹Programa de Agroecosistemas Tropicales. Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados, Veracruz, México. (¶Autor responsable).

²Especialidad de Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Estado de México, México.

RESUMEN

De febrero de 1998 a mayo de 1999 se dio seguimiento semanal al crecimiento y desarrollo de árboles jóvenes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) establecidos en un clima cálido subhúmedo. El objetivo fue obtener información acerca de la manifestación de las etapas fenológicas con esas condiciones climáticas, para poder planificar su distribución y manejo regional. La plantación se ubica a los 19°10' N y 96°16' O en el estado de Veracruz, México. El árbol del nim presentó durante el año una etapa de crecimiento vegetativo y una de reposo. Este reposo anual se manifestó durante el otoño e invierno con los menores registros de temperaturas y precipitación en la localidad. La curva del crecimiento vegetativo es una doble sigmoide. Temperaturas bajas y lluvias ligeras a mediados de febrero coincidieron con la brotación de las ramas. La emisión de flores se manifestó al inicio del periodo de crecimiento. Ninguna de las flores evaluadas llegó a formar fruto. Su caída y un reposo intermedio de crecimiento coincidieron con el establecimiento del periodo anual más seco y caliente. La defoliación se inició durante el periodo de reposo anual y en parte se traslapó con la emisión de nuevas hojas en primavera.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: curva de crecimiento, floración, fructificación, defoliación

SOME PHENOLOGICAL ASPECTS OF NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) TREE GROWING IN A WARM SUBHUMID CLIMATE

SUMMARY

Weekly measurements of growth variables were taken to follow the growth and development of young trees of neem (*Azadirachta indica* A. Juss), from February 1998 to May 1999, growing under warm subhumid climatic conditions. The research plantation is located at 19°10' N latitude and 96°16' W longitude in the state of Veracruz, México. The neem tree had a vegetative growth stage and a dormant stage during the year. The annual dormant stage was in the fall and winter with the lowest temperatures and precipitation. The growth curve is a double sigmoid. Low temperatures and a light rainfall in mid February coincided with branch sprouting. Flowering started at the beginning of the growth period; none of the sampled flowers set fruit. Flower drop and an intermediate dormant stage with growth coincided with the establishment of the driest and hottest period of the year. Defoliation began during the annual dormant state and partially overlapped with the sprouting of new leaves in spring.

ADDITIONAL KEY WORDS: growth curve, flowering, fruit set, defoliation.

INTRODUCCIÓN

El árbol del nim es nativo de las áreas secas de la región Indo-Pakistaní y actualmente se distribuye dentro y fuera de los trópicos (National Academy of Sciences, 1980). Casi todas las partes del árbol contienen metabolitos naturales usados para el control de plagas humanas, animales y de plantas (Kirtikar y Basu, 1981). Los extractos de sus semillas y hojas han demostrado ser efectivas para el control de más de 400 plagas agrícolas (Jacobson, 1975).

Las amplias perspectivas de uso de las semillas del nim para el control de plagas agrícolas en México motiva el estudio de algunas etapas de su fenología, es decir de su desarrollo secuencial a través del tiempo (Monteith, 1977). Debido a que los factores ambientales modifican el comportamiento fenológico, esta información permite determinar con mayor precisión algunas prácticas de manejo que favorezcan su productividad y definir la época de cosecha para el uso artesanal de sus semillas y hojas, en el control de las plagas de cultivos.

El nim es un árbol perennifolio, de rápido crecimiento cuya copa es redonda y puede alcanzar un diámetro de 5 a 10 m. Puede vivir más de 100 años. Sus hojas son alternas, bipinnadas, pecioladas, aserradas y con numerosos foliolos. Las flores son hermafroditas y se presentan en panículas axilares. Los frutos son drupas con endocarpio leñoso (Kirtikar y Basu, 1981). Su raíz principal crece rápidamente (Cruz, 1993). Pese a considerarse originaria de ambientes áridos, su mejor desarrollo se reporta para localidades con condiciones cálido-húmedas como Indonesia (Ermel *et al.*, 1987). Mientras que en ambientes fríos y secos crece lentamente (Jacobson, 1975). En las condiciones áridas de Hisar, Haryana, India, el nim presenta un periodo largo de crecimiento que inicia en la estación seca, continúa durante la estación de lluvias y finaliza al concluir ésta (Bisht y Toky, 1993). Esta producción de hojas nuevas al final de la época de sequía permite que el árbol realice su tasa máxima fotosintética al comienzo de las lluvias (Vickery, 1987). Árboles de nim establecidos bajo condiciones áridas en Jodhpur, India, triplicaron su productividad mediante prácticas de conservación de humedad (Gupta, 1994).

El nim inicia su floración entre los tres y cinco años de edad. Pero la completa fructificación se da aproximadamente a los 10 años (National Research Council, 1992), y requiere luz directa para florecer (Jattan *et al.*, 1995). Existe gran variabilidad entre las poblaciones de nim. Algunos árboles florecen sólo en primavera mientras que otros producen flores y frutos casi todo el año (Mahadevan, 1991; Brechelt *et al.*, 1995). La presencia de lluvias fuertes durante la floración induce la caída de flores y reduce la producción de frutos (Gruber, 1994). Cuando se presentan al mismo tiempo brotes vegetativos o situaciones de estrés durante la etapa de fructificación, los frutos compiten por nutrimentos con los nuevos brotes y se desprenden. Esto se puede prevenir mediante la aplicación de riego, fertilizantes o reguladores del crecimiento, remoción de sombra, podas de los nuevos brotes o estableciéndolo en localidades donde las etapas críticas coincidan con buenas condiciones climáticas (Jattan *et al.*, 1995).

En las condiciones de la región central de Veracruz, México, Rodríguez (1998) revisó semanalmente la etapa fenológica dominante en una plantación joven de nim ubicada en el Campus Veracruz del municipio Manlio Fabio Altamirano. Observó defoliación entre enero y febrero, e inicio del crecimiento vegetativo y floración en abril. El crecimiento de los frutos ocurrió entre junio y agosto, y la maduración se dio entre agosto y septiembre. Una segunda floración se presentó de julio a agosto con maduración de los frutos entre septiembre y octubre. Observaciones similares realizadas en una plantación ubicada en el Campus Córdoba [clima semicálido húmedo (A)C]m indican inicio de crecimiento en febrero, y un periodo único de floración de febrero a junio, con maduración de frutos entre agosto y septiembre.

En la Habana Cuba, diferentes localidades de República Dominicana y Nicaragua se reportó un comportamiento similar al de Veracruz. En condiciones de alta precipitación y temperatura, puede presentarse una segunda floración en algunos individuos, lo que da lugar a otra cosecha de noviembre a enero (Gruber, 1994; Estrada, 1994; Brechelt *et al.*, 1995). En la Habana, el nim se defolia de marzo a abril (Estrada, 1994); mientras que para diferentes localidades de Nicaragua la defoliación del nim se reporta en enero, con un desprendimiento de hasta 50 % de las hojas (Gruber, 1994).

Ante la escasa información fenológica del nim se realizó este estudio descriptivo del comportamiento de determinadas etapas del crecimiento y desarrollo, y su posible relación con algunas condiciones climáticas de la zona centro de Veracruz, México. Pese a la falta de un análisis similar en el estudio exploratorio realizado por Rodríguez (1998), su información permitió identificar las etapas principales a describir del fenómeno. Sin embargo, en tanto que la información permitirá predecir el comportamiento fenológico del nim bajo condiciones ambientales similares, sólo podrán emitirse hipótesis tentativas y especulativas de su manifestación ya que las relaciones estudiadas no fueron causales (Aaker y Day, 1989).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en la plantación de nim del Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, el cual se ubica en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. El Campus se localiza a los 19° 10' N y 96° 16' O, a una altitud de 26 m. Con clima cálido subhúmedo Aw1 (García, 1988). El suelo de la plantación es de la clase feozem háplico, según la clasificación FAO-UNESCO (López M., J.C. 1998, comunicación personal¹), con textura franca arcillosa en las capas superiores a franca arenosa en las inferiores y una pendiente de 30 %. Estas características favorecen el buen drenaje del sitio, pero también disminuyen su capacidad de retención de humedad. La plantación se estableció en 1994 con genotipo proveniente de República Dominicana, en marco real a una distancia de 5 x 5 m para una población total de 388 individuos. Su manejo actual incluye únicamente el control de maleza.

El periodo de estudio fue del 15 de febrero de 1998, al 4 de mayo de 1999, durante 445 días. Cincuenta y dos registros se realizaron semanalmente, con algunas excepciones en que los datos se recabaron quincenalmente. Se tomaron datos en cinco individuos seleccionados al azar dentro de la plantación, en cada árbol se escogieron dos ramas ubicadas en cuadrantes con

¹ López M., J. C. 1988. Laboratorio de Suelos y Aguas del Campus Veracruz. Colegio de Posgraduados.

orientación opuesta.

Las variables registradas para la fase vegetativa fueron:

Periodo de crecimiento vegetativo: Se midió el crecimiento nuevo de la rama. Para lo cual se consideró el brote terminal emitido adelante del crecimiento anterior.

Número de hojas por rama: En cada rama evaluada se contaron las hojas emitidas.

Crecimiento de hojas: En cada rama evaluada se seleccionaron dos hojas para medir su crecimiento longitudinal.

Biomasa de hojas: Se determinó mediante el peso seco de dos hojas emitidas en las ramas tomadas durante cada periodo de crecimiento identificado.

Las variables registradas para la fase reproductiva fueron:

Número de inflorescencias por rama: En cada rama evaluada se contaron las inflorescencias emitidas.

Crecimiento de inflorescencias: En cada rama evaluada se seleccionaron dos inflorescencias para medir su crecimiento longitudinal.

Número de flores por inflorescencias: En cada rama evaluada se seleccionaron dos inflorescencias recién emitidas y en ellas se contaron las flores.

Número de órganos reproductivos por inflorescencia: En las inflorescencias seleccionadas se contaron los frutos presentes en sus diferentes fases de crecimiento. Posteriormente, debido a que las inflorescencias evaluadas no lograron amarrar frutos, se dio seguimiento a la fructificación de las flores en una nueva muestra en árboles diferentes de los originalmente escogidos.

Este tamaño de muestra y frecuencia de observaciones se consideró suficiente según lo establecido por Fournier y Charpentier (1975) para analizar la fenología de especies arbóreas.

Cada muestreo semanal se acompañó de un recorrido por la plantación para anotar la fase fenológica dominante. Para determinar la variación en el comportamiento de los árboles de la plantación se examinó al 58 % de los individuos de la población, el día primero de julio, cuando se esperaba que la mayoría de los árboles estuviera en la etapa de maduración de frutos, acorde con el periodo de floración observado previamente por Rodríguez (1998).

Los datos climáticos prevalecientes durante el periodo de estudio se tomaron de los registros diarios de la Estación Meteorológica del Campus Veracruz y fueron temperatura media, precipitación y evaporación diaria. A partir de la evaporación se estimó la evapotranspiración potencial mediante el método del tanque evaporímetro tipo A (Brouwer y Heibloem, 1987). Posteriormente con esta información se estimó el déficit de agua que es la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (Ortiz, 1987). Este déficit permite relacionar el potencial productivo de las plantas con la satisfacción de sus necesidades hídricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura media fluctuó entre los 24 °C en febrero y marzo y 30 °C en junio, las lluvias se registran de junio a noviembre, periodo durante el cual lógicamente disminuye el déficit de agua que predomina durante el resto del año (Figura 1).

A pesar de que esta última variable no considera la capacidad del suelo del sitio para retener el agua de lluvia, se demuestra una escasez de humedad durante siete meses que puede estar afectando la productividad del nim, como lo observó Gupta (1994) en condiciones áridas en la India.

Fase vegetativa del árbol del nim

Durante el año se presenta una larga etapa de crecimiento vegetativo (emisión ramas y hojas) seguida de un reposo durante los meses de otoño e invierno (Cuadro 1). A mediados de febrero, durante la temporada de sequía invernal, se presentó el inicio del crecimiento, el cual

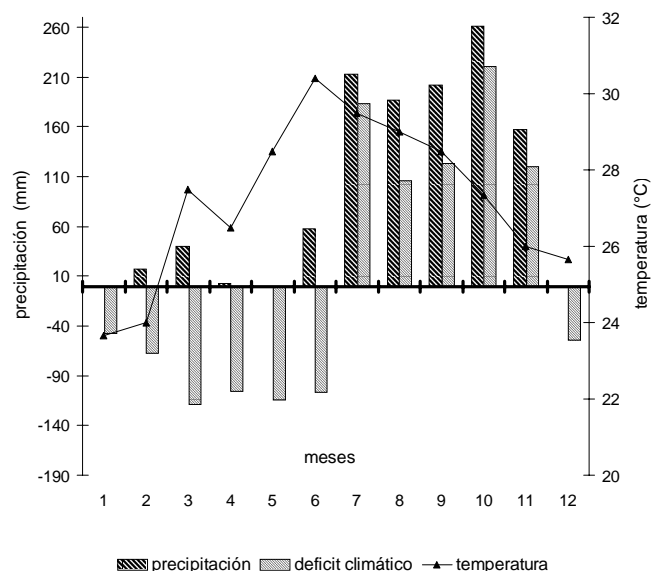


Figura 1. Condiciones climáticas presentes durante 1998. Veracruz, México.

coincidió con las menores temperaturas en la localidad y una lluvia ligera previa. Fenómeno denominado “brotación repentina” que se ha relacionado tanto con el incremento de la humedad del suelo, como con la duración del día y cambios de temperatura (Vickery, 1987).

La curva del crecimiento vegetativo es una doble sigmoide (Figura 2). Esta curva se manifiesta por un periodo primer crecimiento durante la época de sequía, seguido por un periodo de reposo intermedio durante la época en la que las temperaturas se incrementan y continúa posteriormente con un segundo periodo de crecimiento, durante la época de lluvias (Cuadro 1). Estrategia de adaptación, similar en el inicio a la reportada para el nim bajo condiciones áridas por Bisht y Toky (1993), pero que concluye antes que la temporada de lluvias y concuerda con la reducción de la temperatura en el Campus Veracruz.

Durante el periodo de crecimiento anual las temperaturas fueron mayores en 2 °C a las registradas

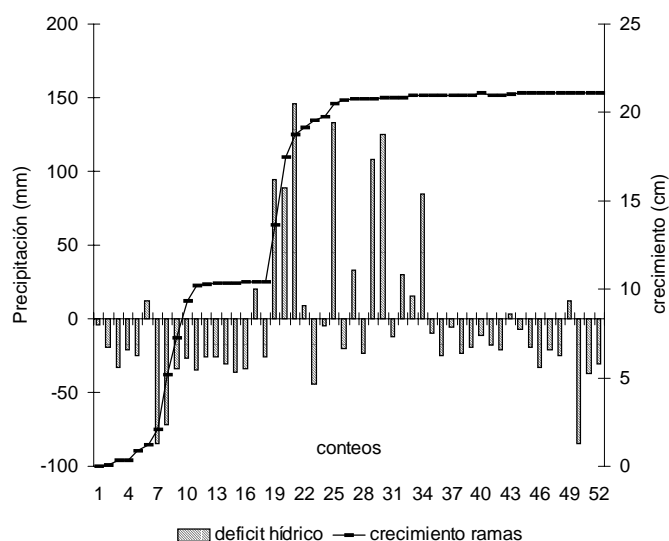


Figura 2. Cinética del crecimiento de los brotes vegetativos del árbol del nim con relación al déficit de agua. 15 febrero 1998 a 4 mayo 1999. Veracruz, México.

durante el periodo de reposo anual. Durante el primer periodo de crecimiento los brotes alcanzaron 50 % de su longitud final de 21 cm, pese a que un elevado déficit de agua se manifiesta durante esta fase. Se puede considerar que el reposo intermedio se manifiesta por un aumento en las temperaturas, ya que el déficit de agua es proporcionalmente similar al registrado durante el primer periodo de crecimiento. El segundo incremento de la curva de crecimiento vegetativo coincide con la presencia de lluvias intensas que se presentaron a principios de julio y una nueva disminución en las temperaturas medias. Durante el segundo periodo de crecimiento, la longitud de las ramas pasó de 10.5 a 21 cm.

La defoliación también coincide con la disminución de las temperaturas. Pese a que el registro de la precipitación en esta etapa es mayor que el déficit climático obtenido (Cuadro 1), 259 mm de lluvia se presentaron durante la segunda quincena de octubre, cuando la defoliación iniciaba. Pero a partir de diciembre la escasez de lluvia aumenta, el déficit de agua y la curva de defoliación se acentúa, como se observa en la Figura 3. Del 8 de septiembre al 6 de octubre el número final de 30 hojas en los brotes permanece constante. La caída de hojas se traslapó con la nueva emisión del 15 de febrero al 4 de mayo, por lo que la fase de defoliación se observó dominante del 15 de octubre al 15 de febrero. Situación que puede haber confundido la observación sobre la fecha de emisión de hojas realizada por Rodríguez (1998). Antes de su caída las hojas se tornan cloróticas. Las hojas pueden permanecer adheridas a la rama por más de un año, aun cuando ya estén seniles. Las diferencias entre periodos de defoliación del nim entre La Habana, Cuba (marzo a abril); (Estrada, 1994), Nicaragua (enero); (Gruber, 1994) y el Campus Veracruz, México (febrero a mayo) podría atribuirse a diferencias climáticas, edáficas o de manejo aunque la literatura disponible no precisa acerca de este aspecto.

El contraste entre el déficit climático prevaleciente en

CUADRO 1. Características del brote vegetativo del árbol del nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Veracruz, México. 1998-1999.

Etapas	Duración (días)	Fechas (días)	Temperatura Media (°C)	Lluvia (mm)	Deficit de agua (mm)
Crecimiento anual	220	15 febrero al 22 septiembre	28	657	-100
Reposo anual	146	22 septiembre al 15. febrero	26	498	0
1er. Crecimiento	102	15 febrero al 27 mayo	26	45	-395
Reposo intermedio	35	27 mayo al 1 julio	30	57	-133
2º. Crecimiento	83	1 julio al 22 septiembre	29	560	0
Defoliación	224	15 octubre al 4 mayo	26	477	-25

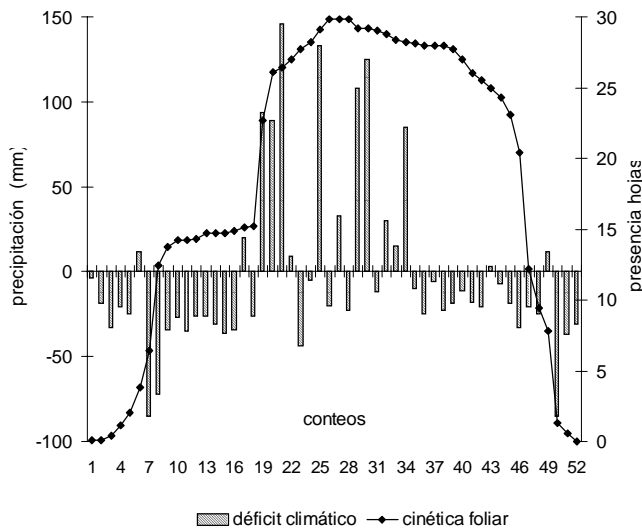


Figura 3. Fenología de la emisión y caída de hojas del árbol del nim (*Azadirachta indica* A. Juss) 15 de febrero, 1998 al 4 de mayo, 1999. Veracruz, México.

cada una de las etapas del crecimiento podría ser la causa de las diferencias entre la biomasa de las hojas emitidas en cada una de ellas. Las hojas de la primera etapa alcanzaron únicamente el 30 % del peso seco alcanzado por las que le continuaron (Cuadro 2). El número de hojas emitidas en ambos periodos de crecimiento fue de 15.

CUADRO 2. Estadísticos de las hojas del árbol del nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Veracruz, México. 1998-1999.

Estadístico	Largo hojas (cm)	Foliolos por hoja	Biomasa (g)	
			1ª. Etapa	2ª. Etapa
Media	21	13	0.33	1.10
Máxima	30	17	0.69	1.57
Mínima	8	6	0.12	0.54

Fase reproductiva del árbol del nim

La brotación de inflorescencias se manifiesta casi 20 días después del crecimiento vegetativo y coincide con un ligero aumento en la temperatura (Cuadro 3). Sin embargo, a partir de que se establecen temperaturas cercanas a los 30 °C deja de haber nuevas inflorescencias en las ramas y se desprendieron las flores que brotaron, por lo que ninguna de las flores de la muestra llegó a formar frutos, lo que podría atribuirse a las altas temperaturas y al déficit climático que permaneció durante esta fase y que pudo provocar mayor competencia por agua entre las flores y los nuevos brotes vegetativos (Jattan *et al.*, 1995). La alta precipitación registrada durante el segundo periodo de crecimiento del nim pareció inhibir la emisión de nuevas

inflorescencias en las ramas evaluadas, tal y como lo señaló Gruber (1994) para Nicaragua. Ya que, para el 19 de agosto, durante la canícula o periodo seco durante la temporada de lluvias, que se presentó en 1998 del 13 agosto al 3 de septiembre (conteos 22 al 25), tres de los cinco árboles de la muestra en estudio emitieron nuevas inflorescencias en otras ramas.

Cada inflorescencia brota delante de una hoja alterna. Las inflorescencias pueden alcanzar gran tamaño y tener un alto número de flores (Cuadro 4), pero tan sólo 22 % de ellas fructifican. El seguimiento al desarrollo de los frutos, que se realizó durante el segundo periodo de floración, mostró que de 22 frutos por inflorescencia únicamente 3.71 llegan a madurar. Lo que representa tan sólo 17 % del total. El tiempo que tarda la formación del fruto desde la emisión de la flor hasta la dehiscencia es de aproximadamente 96 días.

La pérdida de los órganos florales emitidos durante la primera etapa de crecimiento podría estar disminuyendo la producción de la plantación, aunque aún no se realizó un estudio que permita confirmar esta hipótesis. Al tratar de calcular los grados-día requeridos para la floración no se encontró relación directa entre la temperatura y la tasa de desarrollo del nim, ya que la temperatura media en general varió poco durante el año (13 °C; Figura 2). Por lo que la variable que puede estar afectando la fructificación es la disponibilidad de agua, hipótesis similar a lo que le podría ocurrir o estar ocurriendo en las plantaciones de mango establecidas bajo las mismas condiciones climáticas (Mosqueda *et al.*, 1993).

CUADRO 3. Características de la fase reproductiva del nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Veracruz, México. 1998-1999

Fase	Duración (días)	Fechas	Temperatura (°C)	Lluvia (mm)	Deficit de agua (mm)
Emisión flores	73	1 marzo al 14 mayo	27	43	-287
Caída flores	33	14 mayo al 17 junio	30	0	-188

CUADRO 4. Estadísticos de las inflorescencias del árbol del nim (*Azadirachta indica* A. Juss.). Veracruz, México. 1998-1999.

Estadístico	Largo inflorescencia (cm)	Flores por inflorescencia	Órganos reproductivos por inflorescencia
Media	12	101	22
Máximo	25	197	65
Mínimo	1	38	5

Comportamiento fenológico de la plantación de nim

La mayoría de los árboles de la plantación de estudio no lograron fructificar en la primera etapa de crecimiento. Para el día primero de julio, antes de la presencia de las lluvias, la mitad de la plantación manifestaba crecimiento vegetativo y en el resto además, alguna fase reproductiva (10 % floración, 20 % vegetativa y floración, 20 % flores y frutos). Variabilidad fenológica de la especie pero que también podría ser atribuida a la edad y alta densidad de la plantación, acorde a lo señalado por National Research Council (1992); Jattan *et al.* (1995); Mahadevan (1991); y Brechelt *et al.* (1995). La fase de fructificación no era dominante como se esperaba, acorde al segundo periodo de floración (abril) reportado por Rodríguez (1998) para la plantación.

De manera similar a lo observado en La Habana, Cuba, diferentes localidades de República Dominicana y de Nicaragua por Gruber (1994), Estrada (1994) y Brechelt *et al.* (1995), la plantación presentó dos periodos de floración, el primero en marzo para cosechar en agosto, y otro en septiembre para cosechar en noviembre (Cuadro 5).

Los resultados obtenidos en este estudio aún no permiten explicar la fenología del nim en las condiciones de un clima cálido subhúmedo, pero sí describirlo. Se requiere continuar con la investigación por al menos dos años más e incluir otras variables como el balance hídrico y radiación solar. Además de ampliarlo a otras condiciones climáticas para poder comparar comportamientos y establecer relaciones causales. Información que permitirá iniciar con mayor conocimiento la investigación sobre su manejo tecnológico y determinar con mayor precisión las áreas aptas para el cultivo de sus frutos.

CONCLUSIONES

En las condiciones de clima cálido húmedo en la zona central de Veracruz, México el árbol del nim presenta una curva anual de crecimiento doble sigmoide. El inicio del crecimiento se presenta a finales del periodo seco invernal, su receso coincide con un ligero cambio en las temperaturas

y su reinicio con el inicio de las lluvias. Se pudo observar dos periodos de floración en la plantación de estudio, uno en cada etapa de crecimiento, los cuales coincidieron con el asentamiento temporal del déficit de agua. El reposo anual del árbol se manifiesta durante el otoño y parte del invierno. La defoliación se presenta durante esta fase de reposo y se traslapa con el inicio del periodo de crecimiento. La manifestación de estas etapas fenológicas del nim parece estar relacionada con la variación de la precipitación y la temperatura durante el año. La variable ambiental que mayor relación presenta con estas fases fenológicas parece ser el déficit hídrico. Sin embargo, la radiación solar variable no considerada en este estudio podría estar también interviniendo en su manifestación.

LITERATURA CITADA

- AAKER, D. A.; DAY, G. S. 1994. Investigación de Mercados. Traducido por Jaime Gómez Mont de la Tercera edición en inglés. Mc. Graw-Hill- Interamericana de México, S. A. de C. V. pp. 53-54.
- BISHT, R. P.; TOKY, O. P. 1993. Growth pattern and architectural analysis of nine important multipurpose trees in an arid region of India. *Canadian Journal of Forest Research* 23(4): 722-730.
- BRECHELT, A.; TALAVERAS, F.; DE LOS SANTOS, J. A.; MARTINEZ P., J. A.; PERALTA G., F.; NELSON, N.; MONTERO, A. 1995. El Nim un Arbol para la Agricultura y el Medio Ambiente. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 7-11.
- BROUWER, C.; HEIBLOEM, M. 1987. Necesidades de agua de los cultivos. manejo del agua de riego. Manual de Campo Núm. 3. FAO. Roma, Italia. s/p.
- CRUZ, D. 1993. Nim: programa para promover el desarrollo rural en Venezuela. Cooperativa Mixta El Buchal, Dabajuro. Estado de Falcón, Venezuela. 11 p.
- ERMEL, K.; PALICH, E.; SCHMUTTERER, H. 1987. Azadirachtin content of neem kernels from different geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity, and light. *Proc. 3rd International Neem Conference. Nairobi, Kenya.* pp.171-184.
- ESTRADA O., J. 1994. El Nim y el paraíso en Cuba, su cultivo y explotación como insecticida de origen botánico. *Memorias del Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros Insecticidas Vegetales.* Santo Domingo, República Dominicana. pp. 103-111.
- FOURNIER, A. L.; CHARPENTIER, L. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25(1): 45-48.

CUADRO 5. Comportamiento fenológico del árbol del nim (*Azadirachta indica*). Veracruz, México. 1998.

Fase	15 marzo	17 junio	15 julio	13 agosto	30 septiembre	10 noviembre
Crecimiento vegetativo						
Floración						
Fructificación						
Maduración frutos						

- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. 4a. edición. D.F., México. pp. 189-195.
- GRUBER, A. K. 1994. Ciclo anual del árbol de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) y contenido de aceite y azadirachtina en la semilla en diferentes sitios de Nicaragua. Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros Insecticidas Vegetales. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 193-199.
- GUPTA, G. N. 1994. Influence of rain water harvesting and conservation practices on grown and biomass production of *Azadirachta indica* in the indian desert. *Forest Ecology and Management* 70 (1/3): 329-339.
- JACOBSON, M. 1975. Focus on phytochemical pesticides. pp. 3-13. *In*: The Neem Tree. U. S. Department of Agriculture. Silver Spring. Maryland. Boca Raton, Florida. USA.
- JATTAN, S.; SHASHI, S.; PUJAR, K. G.; BISHT, N. S. 1995. Perspectives in intensive management of neem plantations. *Indian Forester* 121(11): 981-988.
- KIRTIKAR, K. R.; BASU, B. A. 1981. Indian Medicinal Plants. Vo. II. 2a ed. Lalit Mohan Basu. Allahabad, India. pp. 536-537.
- LÓPEZ M., J. C. 1998. Laboratorio de Suelos y Aguas del Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados.
- MAHADEVAN, N. P. 1991. Phenological observations of some forest trees species as an aid to seed collection. *Journal of Tropical Forestry* 7(3): 243-247.
- MONTEITH, J. L. 1977. Climate, pp. 1-25. *In*: *Ecophysiology of Tropical Crops*. P. de T. Alvim and T. T. Kozlowski (eds.) Academic Press. New York, USA.
- MOSQUEDA-VÁZQUEZ, R.; DE LOS SANTOS-DE LA ROSA, F.; IRETA-OJEDA, A. 1993. Degree days and lose temperatures required for inflorescence and fruit development in mango 'Manila'. *Acta Horticulturae* 341: 232-239.
- NATIONAL ACADEMY SCIENCES. 1980. Firewood Crops. Shurb and Tree Species for Energy Production, National Academy of Sciences. Washington, D.C. USA. pp. 114-117.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1992. Neem: A tree for solving global problems. National Academy Press. USA. 107 p.
- ORTIZ S., C. 1987. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con Aplicaciones a la República Mexicana. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 232-237.
- RODRÍGUEZ L., D. A. 1998. Adaptabilidad del árbol de margosa (*Azadirachta indica* A. Juss) en la zona centro de Veracruz y su utilidad en el combate de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz, Veracruz, México. pp. 118-140.
- VICKERY, M. L. 1987. Ecología de Plantas Tropicales. Traducción de Martha Cervantes Ramírez. Ed. Limusa. D. F., México. pp. 78-79.