

ESTUDIOS SOBRE LA BIOLOGIA FLORAL Y
REPRODUCTIVA DEL NANCE (*Byrsonima crassifolia*, L.)

POR

RAYMOND VERNON GONZALEZ

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras

Abril, 1995

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien me dio la oportunidad de formarme y en ningún momento me abandonó para poder culminar mis estudios.

Con todo mi amor a mis padres Raymond (Q.E.P.D.), Alvaro y Dorita, a mis hermanos Paul e Irene, y a mis abuelos Jorge y Alice.

BIBLIOTECA WILSON POTENCIO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi padre Raymond que en todo momento han estado a mi lado, y han sido para mí un modelo ejemplar de lo que es ser padre, hombre y amigo.

De manera muy especial agradezco a toda mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado, por el ejemplo que me han dado durante toda mi vida y por la confianza que siempre han depositado sobre mí.

Deseo agradecer también a mis amigos por los buenos momentos que convivimos juntos, y sobre todo a mi novia, Giselle, por todo el apoyo y comprensión que me brindó.

A la familia Rojas por haberme hecho sentir como parte de su hogar.

También agradezco mucho a mis asesores Dr. Odilo Duarte, Dr. Alfredo Montes e Ing. José Linares, por todas sus enseñanzas, consejos y amistad.

INDICE GENERAL

Tema	Página
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Indice General	v
Indice de Cuadros	vii
Indice de Gráficos	viii
1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	2
2.1. Inducción Floral	2
2.2. Polinización y Fertilización	5
2.3. Formación del Fruto y Semilla	7
2.4. Crecimiento del Fruto	8
2.5. Taxonomía del Nance	9
2.6. Nombres Comunes	9
2.7. Distribución	10
2.8. Hábitat	10
2.9. Generalidades sobre la Flor	11
2.10. Generalidades sobre el Fruto	11
2.11. Usos del Nance	12
3. Materiales y Métodos	13
3.1. Desarrollo de la Inflorescencia	13
3.2. Etapas de Floración	14
3.3. Porcentaje de Cuaje del Fruto	14
3.4. Desarrollo del Fruto	15
3.5. Insectos Involucrados en la Polinización y su Participación en ella	16
3.6. Composición Física y Química del Fruto	17
4. Resultados y Discusión	18
4.1. Curva de Desarrollo de la Inflorescencia	18
4.2. Etapas de Floración	21
4.3. Porcentaje de Cuaje del Fruto	24
4.4. Curvas de Crecimiento del Fruto	26
4.5. Insectos Involucrados en la Polinización y su Participación en ella	29

INDICE GENERAL

Tema	Página
4.6. Composición Física y Química del Fruto.....	32
5. Conclusiones y Recomendaciones	34
6. Resumen	35
7. Bibliografía	37

INDICE DE CUADROS

Tema	Página
Cuadro 1. Evolución de longitud de la inflorescencia del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) durante su desarrollo. El Zamorano, 1994.	19
Cuadro 2. Diferentes estadios durante la floración del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>). El Zamorano, 1994.	23
Cuadro 3. Etapas de floración del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) desde la emisión de la inflorescencia hasta que termina la apertura floral. El Zamorano, 1994.	23
Cuadro 4. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>). El Zamorano, 1994.	25
Cuadro 5. Peso y diámetro del fruto de nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) desde la apertura de la flor hasta la maduración. El Zamorano, 1994-95.	27
Cuadro 6. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) en inflorescencias cubiertas con bolsas de tela metálica. El Zamorano, 1994.	30
Cuadro 7. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) en inflorescencias cubiertas con bolsas de tela metálica. El Zamorano, 1995.	30
Cuadro 8. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) en inflorescencias sin bolsas de tela metálica. El Zamorano, 1994.	31
Cuadro 9. Insectos que visitan las inflorescencias de las plantas de nance en El Zamorano, 1995.	31
Cuadro 10. Composición física del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) en estado verde-maduro y en estado maduro. El Zamorano, 1995.	33
Cuadro 11. Composición química del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) en estado verde-maduro y en estado maduro. El Zamorano, 1995.	33

INDICE DE GRAFICAS

Tema	Página
Gráfica 1. Curva de desarrollo de la inflorescencia del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) desde su aparición hasta la apertura de sus flores. El Zamorano, 1994.	20
Gráfica 2. Curvas de desarrollo del fruto del nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) desde la apertura de la flor hasta la maduración del fruto. El Zamorano, 1994-95.	28

1. INTRODUCCION

El nance (*Byrsonima crassifolia*, L.) es un ~~frutal~~ ^{frutal} originario de Centro América que casi no ha sido explotado comercialmente, a pesar de ser una fruta muy popular en muchos países del área. Existen algunos productores que empíricamente lo cultivan para su comercialización en el mercado local de algunos países de Centro América como fruta fresca o en almíbar. A pesar de ello, se tiene muy poca información sobre este cultivo.

En la mayoría de especies ~~frutales~~ ^{frutales} comerciales se han hecho estudios sobre su biología floral y reproductiva, que en muchos casos han servido para aplicar prácticas culturales que mejoren la polinización, tamaño del ~~fruto~~ ^{fruto}, punto de cosecha y otros aspectos que eleven el rendimiento del cultivo para aumentar la rentabilidad del sistema de producción. En el caso del nance no se ha encontrado información sobre ninguno de estos aspectos, lo que hace importante su estudio.

Con este trabajo se pretendió determinar el comportamiento floral y reproductivo del nance para despejar diversas incógnitas que permitieran tecnificar su cultivo. Por lo expuesto anteriormente los objetivos específicos fueron:

1. Establecer la curva de desarrollo de la inflorescencia.
2. Determinar las diferentes etapas de floración y el tiempo de duración de cada una de ellas.
3. Establecer el porcentaje de cuaje del fruto en condiciones normales.
4. Establecer la curva de desarrollo del fruto y tiempo que tarda de flor a cosecha.
5. Determinar la importancia de los insectos en la polinización de las flores.
6. Conocer la composición física y química de frutos verde-maduros y maduros.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Inducción floral.

De acuerdo con Cronquist (1932) la iniciación de las flores se refiere a la producción más o menos limitada de un número de hojas modificadas por parte de una yema, que luego cambia a ser una yema floral que produce la flor o inflorescencia.

Según Bidwell (1979) la programación genética para la floración está presente en las células del ápice y de toda la planta, pero no se expresa sino hasta el momento conveniente. Algunas plantas empiezan su floración cuando están "maduras para florecer", es decir, cuando han crecido a un tamaño suficiente o a cierto estado de desarrollo. Mientras que otras tienen artificios cuando llega la estación de floración que corresponde. La edad exacta de una planta para que florezca en respuesta a algún factor depende de la especie (Salisbury y Ross, 1969).

La época de floración se determina, según Bidwell (1979), por dos requerimientos importantes: la longitud apropiada del día (fotoperiodo) y el requerimiento de frío (termoperiodo). El largo del día afecta a las plantas con diversos tipos de respuestas: dormancia, germinación y floración, entre otras. La respuesta al fotoperiodo mejor conocida es el proceso de floración (Salisbury y Ross, 1969). La hoja es el sitio de percepción de las señales lumínicas que inducen o impiden la floración de la planta, lo cual implica que algo debe transportarse de la hoja al ápice en desarrollo en el que se formará la flor. La respuesta de floración requiere cuatro pasos: 1) la percepción del

estímulo; 2) la transformación en el órgano receptor hacia un nuevo esquema metabólico; 3) el transporte del estímulo resultante, y 4) una respuesta del ápice en desarrollo que resulta en la floración. La percepción se hace a través del fitocromo. La transformación es a través de algún cambio en el metabolismo, mediado por el fitocromo o por un derivado de éste. Las sustancias inductoras de la floración son transportadas por el floema (Bidwell, 1979). La tasa de translocación de estas sustancias está en función de la intensidad de luz, siendo también afectada por la temperatura (Salisbury y Ross, 1969).

La inducción inicial (lograda por días largos, vernalización, días cortos con alta temperatura, aplicación de ácido giberélico, o como quiera que se haya logrado) es seguida por una reacción secundaria que conduce a una hormona de "floración transportable universal". A estas sustancias estimulantes de la floración u hormonas de floración se les conoce con el término genérico de "florigeno". Algunas de las hormonas ya conocidas actualmente tienen propiedades florigénicas, aunque ninguna de ellas posee todas las características requeridas para que se le considere como el "florigeno" (Bidwell, 1979).

Debido a que la iniciación floral a menudo la realiza una sola hoja inducida, el efecto negativo de las no inducidas sugiere la presencia de un inhibidor. Los inhibidores de la floración son sustancias que actúan en forma opuesta al "florigeno". Según Bidwell (1979), es posible que el inhibidor afecte más al crecimiento que a la floración y que el efecto sobre ésta sea secundario.

Por la dificultad que tienen los fisiólogos en aislar el "florigeno" no se sabe si existe realmente una sustancia especial, el "florigeno", o si ésta es realmente la expresión

de los efectos de una sola hormona o de una combinación de las hormonas ya conocidas. En el caso de la piña existe una respuesta de floración como efecto de auxinas aplicadas a esta especie, pero en la mayoría de las plantas la adición de ácido indolacético inhibe la floración, en lugar de promoverla. Se sabe también que las citocininas están involucradas en la floración, pero sus efectos parecen limitarse a muy pocas especies de plantas (Bidwell, 1979).

Existen otros factores que tienen efecto en la floración. Una proporción relativamente elevada de fósforo favorece el cambio temprano del crecimiento vegetativo al reproductivo, y por el contrario, una proporción alta de nitrógeno tiende a retardar el cambio. Cantidades pequeñas de ácido indolacético estimulan la floración en algunas plantas, mientras que dosis elevadas la inhiben. Muchas especies de plantas producen más flores durante un periodo más largo si se les cortan las flores viejas sin permitir que formen semilla (Cronquist, 1982).

La "antesina" es una hormona hipotética iniciadora de la floración que funciona junto con la giberelina para producir la formación de la flor. La giberelina casi siempre está presente en cantidad suficiente para hacer florecer a las plantas de días cortos. Pero las de días largos carecen de la suficientes horas de luz por lo que se les debe suplementar, ya sea con iluminación artificial o naturalmente esperando que los días se hagan largos para que florezcan. Las plantas de días cortos solamente florecen en días cortos aunque contengan suficiente giberelina; por lo que se supone que se requiere otro factor de floración, la "antesina", además de la giberelina. De acuerdo con esta teoría, la antesina se forma en las plantas de días cortos como resultado de los días cortos inductivos, pero

probablemente está presente en suficiente cantidad en las plantas de días largos cualquiera que sea la longitud del día (como la gibberelina en las plantas de días cortos). Para la floración no sólo se necesita la presencia de antesisina y de gibberelina, sino que también el ápice de la planta debe estar receptivo o en la condición correcta, para que actúen dichas hormonas. Muchas plantas tienen un período juvenil durante el cual no pueden ser inducidas a florecer. En ciertas plantas la duración de este período juvenil depende del estado de desarrollo más que del tiempo. También interactúan factores nutricionales y la fotosíntesis que es esencial para la inducción floral (Bidwell, 1979).

1.1. Polinización y fertilización.

Cronquist (1982) dice que la polinización es la transferencia del polen de la antera al estigma y que ésta puede ser cruzada o por autopolinización. Bidwell (1979) afirma que muchas especies de plantas son autoincompatibles: es decir, el polen de una flor no germina en el estigma o no crece el tubo polínico en el estilo de la misma flor. Esto impide la autopolinización y asegura la polinización cruzada y la ventajas de la recombinación genética. Si bien en frutales de variedades selectas esta recombinación no es deseable para el fruticultor, por lo que debe preferir el uso de plantas originadas asexualmente.

Según Tesar (1984), la mayoría de frutales dependen de la polinización entomófila. De acuerdo con Lovcless (1983), insectos como las abejas visitan las flores en busca de los dos tipos de alimento que ofrecen las flores: polen y néctar. Las abejas al coleccionar néctar en la base de la flor, de modo inevitable, rozan contra las anteras y el estigma (Cronquist, 1982). El polen queda adherido a pelos colectores de polen que

llevan los insectos en las patas y abdomen (Loveless, 1983), el cual se desprende en el estigma de una flor que estos visiten después (Cronquist, 1982).

El mismo Cronquist (1982) caracteriza a las plantas que son polinizadas por el viento por producir grandes cantidades de polen, tener flores pequeñas y poco conspicuas, con frecuencia sin pétalos y muchas de ellas presentan estigmas muy grandes y plumosos. Según Tesar (1984), en la mayoría de las plantas, la polinización ocurre durante o después de la antesis.

El fluido viscoso que cubre la superficie del estigma contiene agua, azúcares y otras sustancias. En este ambiente, los granos de polen germinan casi de inmediato (Cronquist, 1982). Cuando el grano de polen germina, el tubo polínico crece desde el estigma hasta la oosfera. Según Bidwell (1979), los tubos polínicos responden energícamente a los iones de calcio (Ca^{2+}) y en un gradiente de Ca^{2+} crecen hacia la región de mayor concentración. Se ha encontrado que la concentración de Ca^{2+} es menor en el estigma, más alta en el estilo, más alta aún en el ovario y máxima en el óvulo.

El tubo polínico entra al óvulo por el micrópilo, y crece hasta llegar al saco embrionario. Los núcleos espermáticos junto con la mayor parte del citoplasma del tubo polínico se quedan en el extremo del tubo. Cuando éste entra al saco embrionario se rompe en su extremo, quizás por medio de enzimas ahí secretadas o como resultado de un estímulo de autodestrucción proveniente del saco embrionario. Los núcleos espermáticos entran al saco embrionario y ocurre la doble fertilización: un núcleo espermático se une con la oosfera para formar el cigoto y el otro se une con dos núcleos polares para formar el núcleo del endospermo triploide o pentaploide (Bidwell, 1979). De acuerdo con

Salisbury y Ross (1969), la participación de ambos núcleos espermáticos en el proceso de doble fertilización ocurre sólo en las plantas angiospermas.

2.3. Formación del fruto y semilla.

Según Lovelless (1983), si la polinización no ocurre los óvulos mueren, y la flor no llega a formar frutos y semillas, envejece rápidamente y muere. Bidwell (1979) dice que en caso contrario, si ocurre la polinización, empieza el desarrollo del fruto y la semilla. El estímulo de la polinización inicia el desarrollo del embrión. Las hormonas producidas por el polen desempeñan un papel en la implantación del fruto o sea en la prevención de su abscisión. Puede asperjarse auxina (normalmente producida por el polen) a flores no polinizadas y como resultado se desarrollan frutos partenocárpicos. En algunas plantas, especialmente en especies de frutos con "hueso" como el durazno, ciruela, cereza y uva, el ácido giberélico actúa en lugar de la auxina. En algunas de estas especies el polen produce una giberelina más que una auxina.

De acuerdo con Bidwell (1979), el primer estadio en el desarrollo del fruto y de la semilla es una rápida división celular sin mucho agrandamiento. Este es un efecto de la citocinina producida por el endospermo triploide o pentaploide, que en este estadio se encuentra en crecimiento. Varios tejidos de la planta progenitora, el ovario, el receptáculo floral y a veces parte del escapo floral, pueden tomar parte en la formación del fruto. Después de la división celular viene una fase de crecimiento por agrandamiento celular causada por las auxinas producidas por la semilla. Durante la implantación del fruto el balance en la concentración de hormonas determina su crecimiento. Bidwell (1979)

también indica que en el desarrollo de los frutos, la concentración de ácidos orgánicos y azúcares empieza a aumentar y el descenso resultante en el potencial osmótico se relaciona probablemente con el aumento en la absorción de agua y el crecimiento de las células por agrandamiento.

Para la nutrición del fruto con carbono, solamente es necesario un pequeño porcentaje de las hojas de una planta. Bidwell (1979) indica que en limonero y manzano, solamente las hojas cercanas o las que se desarrollan al mismo tiempo que el fruto y en la misma rama le proveen carbono. Las hojas más distantes y las situadas en ramas laterales lo proveen principalmente a la raíz y otras partes de la planta.

2.4. Crecimiento del fruto.

Leopold y Kriedemann (1975) indican que el crecimiento del fruto tiene dos componentes principales: el crecimiento del pericarpio y el crecimiento de los tejidos derivados de la fusión del núcleo espermático con el núcleo del saco embrionario.

El desarrollo de los frutos puede graficarse con una curva sigmoide simple o una curva sigmoide doble (Salisbury y Ross, 1969).

El patrón de crecimiento de curva sigmoide simple empieza, según Leopold y Kriedemann (1975) con un incremento exponencial en tamaño para ir luego disminuyendo en forma sigmoide. Este tipo de curva es común encontrarlo en manzana, piña, fresa, tomate y muchos otros frutos. Otro grupo de frutos (como ciruelas, duraznos, cerezas, albaricoques y uvas) tiene una curva de crecimiento más complicada involucrando dos períodos de crecimiento incrementales con un período de suspensión de

crecimiento intermedio. Salisbury y Ross (1969) se refiere al primer período incremental como el crecimiento del ovario mismo y de los integumentos de los óvulos, y a la segunda fase como el crecimiento del embrión y del endospermo con muy poco incremento en el tamaño del ovario. Cuando el embrión llega a su tamaño máximo cesa la segunda fase y el crecimiento del ovario empieza de nuevo en la tercera fase, engrosando el mesocarpio en los frutos de hueso.

2.5. Taxonomía del nance.

El nance es una especie dicotiledónea del orden Geraniales, y de la familia Malpighiaceas (Chandler, 1962), la cual está representada por 14 ó 15 géneros en Centro América (Williams, 1981). El género al cual pertenece el nance es *Byrsonima*, el cual tiene aproximadamente unas 80 especies, todas americanas (Guzmán, 1950).

2.6. Nombres comunes.

El nombre común "nance" se origina del nahuatl y es utilizado en toda Centro América (Standley y Strydom, 1946). Esta fruta tiene otros nombres comunes a lo largo de su centro de origen: nancito, nancite o nance verde en El Salvador; nance o nancite en toda Centro América; nanche o nance en México; chi o tapal en Guatemala; crabu en Honduras; wild-cherry en Panamá; craboo, crapoo o wild craboo en Belice (Witsberger et al, 1982). En Brasil se conoce con el nombre de "muriçá" (Morton, 1987).

2.7. Distribución.

Según Williams (1981), el nance es nativo o probablemente distribuido por el hombre; desde México, a través de Centro América, hasta el norte de América del Sur. Witsberger et al (1982) en su obra Árboles del Parque Deiringer, dicen que el nance está distribuido desde el sur de México hasta Perú y Brasil; encontrándose también en las Antillas. También mencionan la introducción del nance en la Florida, Estados Unidos de América.

2.8. Hábitat.

El nance es un árbol escaso en bosques muy densos, pero se puede encontrar en bosques de pinos (Standley y Steyermark, 1946), y más frecuentemente en áreas abiertas. Resiste el fuego y es uno de los primeros invasores después de un incendio. Por eso se encuentra a menudo en las sabanas artificiales (Witsberger et al, 1982), donde a menudo forma una asociación distintiva con el "chaparro" (*Curatella americana*), el cual está muy distribuido a lo largo de la porción seca de las costas centroamericanas del Pacífico, desde Guatemala hasta Panamá (Standley y Steyermark, 1946).

Witsberger et al (1982) y Standley y Steyermark (1946) mencionan la existencia del nance a elevaciones de 0 a 1300 metros sobre el nivel del mar en Guatemala. Sin embargo, Williams (1981) asegura que es frecuente encontrar árboles silvestres en bosques de pino y roble a 1500 metros sobre el nivel del mar o menos.

2.9. Generalidades sobre la flor del nance.

Según Witsberger et al (1982) la floración del nance ocurre en grupos florales terminales (racimos) que tienen de 7 a 10 cm. de largo; están densamente cubiertos por pelos finos rojizos. Las inflorescencias tienen hasta más de 50 flores de color amarillo que luego se toman rojas y tienen aproximadamente de 1.5 cm. de diámetro con los pétalos extendidos y se encuentran en pedicelos rojizo-pelosos de 1 cm. o más de largo.

El cáliz mide alrededor de 3 mm. de largo y tiene 5 lóbulos y 10 glándulas oblongas por afuera en la base. La corola tiene 5 pétalos glabros y ungüiculados (Guzmán, 1950) de 9 mm. de largo. Tiene 10 estambres y el pistilo consta de un ovario súpero trilocular y 3 estilos (Witsberger et al, 1982).

2.10. Generalidades sobre el fruto del nance.

El fruto del nance es una drupa redonda de 1 a 2 cm. de diámetro (Witsberger et al, 1982) con un núcleo trilocular (Guzmán, 1950). Los frutos maduros presentan una coloración que va desde el amarillo brillante hasta el rojizo o café-rojizo (Standley y Steyermark, 1946); tienen carne abundante y un sabor dulce o ligeramente agrio, pudiendo ser hasta astringentes cuando no se consume en su estado apropiado, que generalmente es un día después de su caída al suelo, que es el punto en que se cosecha este fruto; es decir que se recoje del suelo una vez que cae.

2.11. Usos del nance.

Los árboles de nance se cultivan como árboles frutales o como plantas ornamentales por su vistosa coloración durante la floración. Los frutos se consumen crudos o cocidos, y a veces se preparan en bebidas dulces y postres (Wiesberger et al, 1982). El fruto también es utilizado para preparar una bebida alcohólica llamada "chicha" en Guatemala o "chica" en Panamá (Williams, 1981). El nance se puede preparar en "crema" alcohólica y también macerado. Se puede hacer mermelada y fruto confitado en azúcar, lo que lo deja como una pasa azucarada con la semilla en el interior. En Guatemala se extrae un tinte color café claro de la cáscara del fruto, utilizado para teñir textiles de algodón (Standley y Steyermark, 1946). Algunas veces se extrae tinta de los frutos verdes inmaduros (Standley y Steyermark, 1946). La corteza es utilizada para hacer remedios caseros contra la diarrea (Williams, 1981).

3. MATERIALES Y METODOS

Para el estudio de los diversos aspectos de la biología floral y reproductiva del nance, se utilizaron árboles de alrededor de 4 años de la plantación del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 800 msnm.

Por la naturaleza del estudio, el método de recolección de información que se usó fue el de observación y conteo, por lo que el análisis y presentación de datos es del tipo descriptivo-numérico; sin diseño ni análisis estadístico, pero sí con un número de muestras lo suficientemente grande para tener información confiable.

3.1. Desarrollo de la inflorescencia.

El estudio se inició con la medición de inflorescencias para establecer la curva de desarrollo de las mismas. El desarrollo de las inflorescencias se estableció entre los meses de junio y agosto de 1994. Por medio de observación se marcaron 25 brotes terminales que podrían formar una inflorescencia. Se estimó que éstas estaban en su día 0 ó 1 de aparición visible en la parte terminal de las ramas. La medición del largo de las inflorescencias fue hecha cada dos días y el promedio de cada una de las mediciones se utilizó para establecer la curva de desarrollo. Estas mediciones se hicieron con una regla milimetrada desde el ápice, hacia la base de la inflorescencia, hasta la primera yema vegetativa encontrada.

Once inflorescencias se descartaron en el transcurso del período de observación debido a que tuvieron una aparición tardía en relación al grupo, y en un caso en especial, el viento rompió la rama donde se encontraba una de ellas. La curva se estableció al final con catorce inflorescencias.

3.2. Etapas de floración.

Se diferenciaron cuatro etapas bien marcadas en el desarrollo de la inflorescencia, desde el brote o "aparición" de la misma hasta el cuajado del fruto. Se determinó la duración de cada una de las etapas a partir del día cero o uno de la aparición de la inflorescencia. El día cero, en el inicio del desarrollo de la inflorescencia, se determinó por medio de observación. Por ello se estima uno o dos días de diferencia en edad entre las inflorescencias observadas y medidas para determinar su curva de desarrollo.

Se determinó el período entre la apertura de la primera flor y la última de la misma inflorescencia, con el promedio de diez inflorescencias a las cuales se les contó los días durante el transcurso de dicho período.

3.3. Porcentaje de cuaje del fruto.

El porcentaje de cuaje de frutos se estableció, en el mes de octubre de 1994, mediante el conteo de flores por inflorescencia y de frutos por racimo. Trescientos racimos escogidos al azar en la plantación se utilizaron para hacer el conteo de frutos por racimo. De igual manera se escogieron cincuenta inflorescencias para hacer el conteo de

flores por inflorescencia. Un promedio de ambos parámetros se utilizó para establecer el porcentaje de cuaje del fruto. Este procedimiento se volvió a realizar en el mes de marzo, de 1995, con cincuenta inflorescencias y cincuenta racimos.

Para verificar el procedimiento usado en el establecimiento del porcentaje de cuaje, se tomaron diez inflorescencias, a las cuales se les contaron el número de botones florales y el número de frutos que se desarrollaron de cada una de ellas.

3.4. Desarrollo del fruto.

La curva de desarrollo del fruto se estableció con el promedio de mediciones hechas en la zona ecuatorial y con el pesaje de 10 frutos de edad similar tomados cada dos días. Para la medición de la zona ecuatorial del fruto se utilizó un pie de rey con 0.1 mm de precisión; y para el pesaje de los frutos se utilizó una balanza analítica. Las mediciones se hicieron durante los meses de noviembre de 1994 a marzo de 1995. La medición y el pesaje se inició con el ovario en la etapa de flor amarilla en su día cero. Se marcó una flor como referencia conociendo su edad. Por comparación, se tomaron flores en el mismo estado de la flor marcada para hacer las mediciones y pesajes de los ovarios. Esta misma flor se utilizó para hacer las comparaciones en etapas tempranas de desarrollo del fruto, ya que éste está cubierto por los sépalos que impiden el acceso del pie de rey al mismo. En etapas más avanzadas del fruto las mediciones de la zona ecuatorial se hicieron con frutos cuya edad ya estaba determinada, debido a que por su tamaño la zona ecuatorial ya era accesible al pie de rey. Para determinar su peso, se utilizaron 10 frutos en estado similar.

La duración del periodo de flor abierta a fruto maduro se estableció contando los días transcurridos entre estas dos fases para ocho frutos en los meses de octubre (1994) a marzo (1995).

3.5. Insectos involucrados en la polinización y su participación en ella.

Los insectos que visitan las flores de nance se determinaron yendo a ver las plantas durante tres mañanas de días despejados, de 5:30 a 8:30 a.m., debido a que son las horas en que más frecuentan las flores para la recolección de polen y néctar. Los insectos se capturaron con bolsas plásticas para luego ser identificados taxonómicamente.

Para establecer si los insectos juegan un papel en la polinización de las flores de nance se cubrieron diez inflorescencias en noviembre de 1994 y otras diez en enero de 1995 con una bolsa de tela metálica bien cerrada antes de que se abriera la primera flor. Antes de cubrir las inflorescencias se les contó el número de botones florales para establecer posteriormente el porcentaje de cuaje que éstas tuvieron. Se asumió que ningún insecto polinizador iba a tener acceso a las estructuras florales, por lo que en la medida que se presentaran frutos cuajados se iba a establecer la participación de los insectos en la polinización de esta especie.

Adicionalmente se cubrieron flores individuales aisladas para reducir el efecto de una posible polinización anemófila.

3.6. Composición de frutos.

Se hizo un análisis físico de los componentes principales del fruto: la pulpa con cáscara y el hueso. Por lo difícil de separar la cáscara se le pesó junto con la pulpa y los huesos se pesaron luego de eliminar la pulpa alrededor de ellos.

Se usó aproximadamente un kilogramo de frutos maduros y de frutos en estado verde-maduro.

Los frutos se despulparon manualmente por lo que las semillas siempre quedaron con un mínimo porcentaje de pulpa adherido a ellas.

También se realizó un análisis químico en el laboratorio de nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana, en el cual se estableció la composición química en base fresca del fruto del nance. En este análisis se contemplaron los siguientes componentes: Porcentaje de humedad, porcentaje de materia seca, materia orgánica, cenizas, extracto etéreo (grasas), fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y porcentaje de azúcares reductores.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Curva de desarrollo de la inflorescencia.

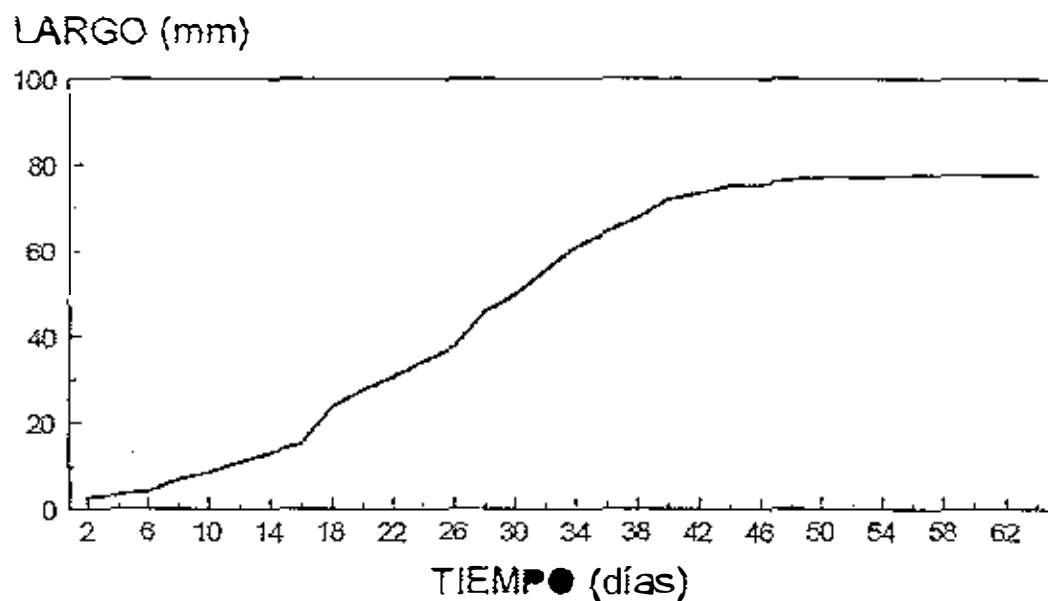
El cuadro 1. presenta el promedio de longitud de las inflorescencias medidas cada dos días durante su desarrollo a partir del día estimado como "día 0". Los datos de este cuadro fueron utilizados para establecer la curva de desarrollo de la inflorescencia mostrada en la gráfica 1.

La gráfica 1. muestra la evolución de la inflorescencia durante su desarrollo. La curva sigmoide simple que se aprecia es la de un crecimiento normal, típico de los organismos vivos. Al inicio, los brotes tuvieron un crecimiento lento hasta aproximadamente el día 16-18, punto en el cual se aceleró notablemente el crecimiento. A partir del día 40-42 se produjo una notoria estabilización del crecimiento. Esto coincide con lo reportado por Leopold y Kriedemann (1975) como patrón de crecimiento normal para la mayoría de las células, tejidos y organismos vegetales.

Cuadro 1. Evolución de la longitud de la inflorescencia del nance (*Byrsonima crassifolia*) durante su desarrollo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994.

DÍAS	LARGO (mm)	DÍAS	LARGO (mm)
1	2.67	33	61.00
3	3.31	35	64.50
5	4.04	37	67.64
7	6.98	39	72.07
9	8.67	41	73.43
11	11.00	43	75.14
13	13.10	45	75.50
15	15.33	47	76.64
17	23.71	49	77.14
19	27.64	51	77.14
21	30.71	53	77.50
23	34.50	55	77.57
25	37.93	57	77.57
27	46.14	59	77.64
29	49.71	61	77.64
31	55.43	63	77.64

Gráfica 1. Curva de desarrollo de la inflorescencia del nance (*Byrsomma crassifolia*) desde su aparición hasta la apertura de sus flores. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994.



4.2. Etapas de floración.

Durante el desarrollo de las inflorescencias se pudo apreciar cuatro etapas de la floración bien marcadas: 1) desarrollo de las yemas reproductivas; 2) flor amarilla; 3) flor anaranjada; 4) abscisión de los pétalos. El desarrollo de las yemas reproductivas y botones florales duró aproximadamente 57 días. El pedúnculo del botón floral es corto y curvo, pero alrededor de 2 días antes de que abra la flor, éste se erecta y alarga; en este momento el botón se vuelve de color amarillo. Se cree que la flor está en antesis al momento de abrirse cuando inicia su etapa de flor amarilla. La flor tarda unos dos días en pasar de color amarillo a anaranjado. En el transcurso de la etapa de flor amarilla, la base las anteras cambia de un color cremoso a café, indicando su madurez completa. Tres días después de que la flor se ha vuelto anaranjada se caen los pétalos y continúa el desarrollo del fruto, que en este momento se encuentra cubierto por los sépalos. Los sucesos descritos anteriormente se presentan en el cuadro 2. Por otro lado, en el cuadro 3. se muestra las diferentes etapas que se establecieron y el promedio de días a los cuales se inició cada una, a partir del día cero en el crecimiento de la inflorescencia.

Se observó una tendencia en las flores de ir madurando desde la base de la inflorescencia hacia el ápice de la misma. Es decir que las primeras flores en abrirse fueron las de la base de la inflorescencia y fueron abriendo de abajo hacia arriba con el transcurso del tiempo. Así, se pudo notar en un momento determinado flores en todos sus estadios en una misma inflorescencia. Esto es normal pues la formación de las flores de la base de la inflorescencia es anterior en tiempo al de las del ápice, o sea son más viejas.

El período entre la apertura de la primera flor y la última de la misma inflorescencia fue de alrededor de 5 días.

BIBLIOTECA WILSON POPINOT
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 82
TEGUIGUALPA HONDURAS

Cuadro 2. Diferentes estadios durante la floración del nance (*Byrsonima crassifolia*).
 Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994.

<u>Día</u>	<u>Estadio</u>
-2	Botón floral verde-amarillento. Alargamiento y crección del pedúnculo del botón.
-1	Botón se toma de color amarillo.
0	Apertura de la flor amarilla. Posible momento de antesis.
1	Flor empieza a ponerse de color anaranjado. Bases de las anteras empiezan a cambiar de color crema a café; madurez de las anteras.
2	Flor de color anaranjada.
5	Abscisión de los pétalos. Sépalos cubren el fruto.

Cuadro 3. Etapas de floración del nance (*Byrsonima crassifolia*) desde la emisión de la inflorescencia hasta que termina la apertura floral. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994.

<u>Etapas</u>	<u>Días</u>
1. Desarrollo de yemas reproductivas.	0
2. Flor amarilla.	56.64
3. Flor anaranjada.	58.71
4. Abscisión de pétalos.	62.21

4.3. Porcentaje de cuaje del fruto.

El porcentaje de cuaje del fruto es un parámetro importante que puede servir para estimar rendimientos de una plantación. Para este estudio se estableció el parámetro mediante el conteo de flores por inflorescencia y de frutos remanentes. El cuadro 4. presenta ambos parámetros y los porcentajes de cuaje que derivaron en octubre de 1994 y en marzo de 1995. En promedio se estableció que el nance tiene un 44.75 % de cuaje del fruto en las condiciones de El Zamorano.

Para la comprobación del dato anterior se volvió a determinar el porcentaje de cuaje del fruto con un procedimiento distinto. Se contó el número de botones florales de 10 inflorescencias, para luego contar el número de frutos cuajados en las mismas, y así determinar el porcentaje de cuaje del fruto, como se muestra en el cuadro 8. Con este procedimiento se estableció que el nance tiene un 42.67 % de cuaje, porcentaje que se acerca mucho al obtenido con el procedimiento anterior. En promedio se puede decir que el porcentaje de cuaje del nance es de alrededor de 44%.

Cabe anotar que este porcentaje de cuaje es en condiciones naturales de El Zamorano donde todavía no se conoce todos los factores que favorecen la fecundación.

Cuadro 4. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (*Gynerosoma crassifolia*). Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994-95.

1994:	Flores / inflorescencia	22.58
	Frutos / racimo	<u>11.01</u>
	Porcentaje de cuaje del fruto:	48.76 %
1995:	Flores / inflorescencia	24.43
	Frutos / racimo	<u>9.95</u>
	Porcentaje de cuaje del fruto:	40.73 %

4.4. Curvas de crecimiento del fruto.

El cuadro 5. presenta el promedio del diámetro y peso de los frutos medidos y pesados cada dos días durante su desarrollo a partir del día en el cual se abrieron las flores de las cuales se originaron.

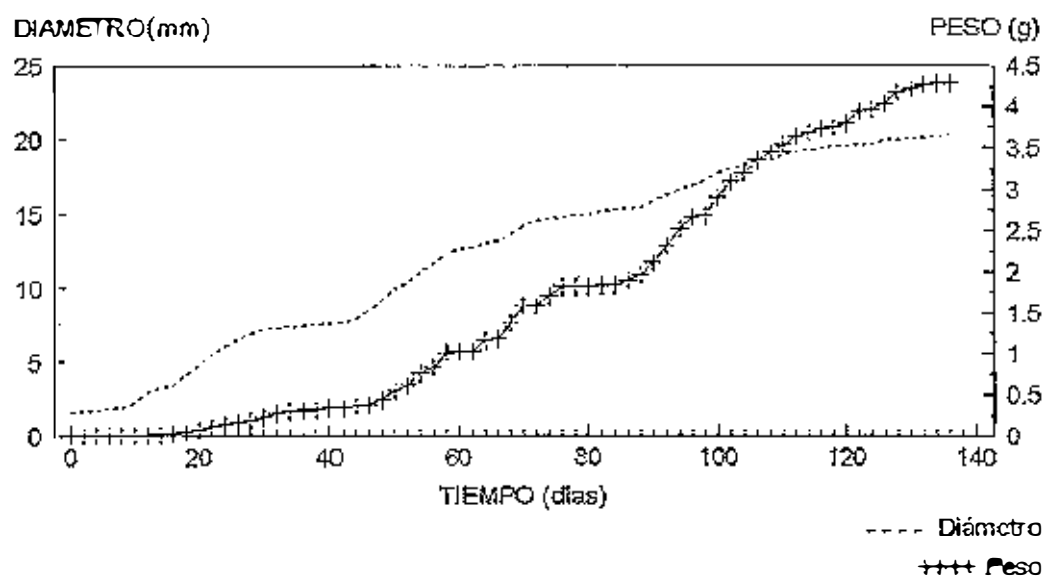
Se puede apreciar que el crecimiento del fruto del nance es de tipo sigmoide doble, lo que según Leopold (1975), es característico de todos los frutos de hueso y otros pocos como la uva y el higo. Este tipo de crecimiento en el fruto del nance, mostrado en la gráfica 2, se notó durante su desarrollo tanto en el aumento del diámetro como en el del peso.

Las curvas que muestran la evolución del fruto del nance (diámetro y peso) presentan dos periodos de incremento acelerado en el crecimiento con una fase de aparente suspensión del crecimiento, fase en la cual Leopold (1975) afirma que ocurre el desarrollo de la semilla. Después de este evento ocurre el primer incremento acelerado del peso del fruto, hasta que se alcanza la fase de aumento lento del peso entre los días 76 y 90 después de la apertura de la flor.

Cuadro 5. Peso y diámetro del fruto de nance (*Byrsonima crassifolia*) desde la apertura de la flor hasta la maduración. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994-95.

DÍAS	DIÁMETRO (mm)	PESO (g)	DÍAS	DIÁMETRO (mm)	PESO (g)
0	1.60	0.00	70	14.22	1.57
2	1.70	0.00	72	14.57	1.59
4	1.79	0.01	74	14.66	1.70
6	1.83	0.01	76	14.80	1.81
8	1.93	0.01	78	14.87	1.82
10	2.32	0.01	80	14.98	1.82
12	3.00	0.02	82	15.17	1.83
14	3.33	0.02	84	15.33	1.84
16	3.38	0.04	86	15.39	1.90
18	4.19	0.05	88	15.47	1.96
20	4.74	0.07	90	15.91	2.11
22	5.53	0.11	92	16.33	2.33
24	6.03	0.14	94	16.63	2.53
26	6.51	0.16	96	16.93	2.66
28	6.91	0.19	98	17.33	2.68
30	7.25	0.23	100	17.79	2.91
32	7.29	0.27	102	18.13	3.10
34	7.42	0.31	104	18.27	3.20
36	7.47	0.31	106	18.48	3.35
38	7.55	0.32	108	18.98	3.44
40	7.64	0.34	110	18.94	3.53
42	7.71	0.35	112	19.19	3.62
44	7.93	0.36	114	19.25	3.68
46	8.55	0.38	116	19.35	3.73
48	9.16	0.44	118	19.52	3.75
50	9.99	0.55	120	19.54	3.79
52	10.33	0.62	122	19.57	3.95
54	11.11	0.76	124	19.68	3.96
56	11.60	0.83	126	19.91	4.04
58	12.37	1.01	128	19.95	4.19
60	12.70	1.02	130	20.01	4.22
62	12.71	1.03	132	20.03	4.27
64	13.03	1.17	134	20.18	4.29
66	13.11	1.17	136	20.30	4.29
68	13.62	1.38			

Gráfica 2. Curvas de desarrollo del fruto del nance (*Byrsonima crassifolia*) desde la apertura de la flor hasta la maduración del fruto. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994-95.



4.5. Insectos involucrados en la polinización y su participación en ella.

Las inflorescencias que fueron cubiertas con las bolsas de tela metálica mostraron una muy significativa reducción en el porcentaje de cuaje de frutos. Las flores llegaron a completar todos sus estadios, pero al llegar a flor anaranjada se secaron y murieron. El cuadro 6. muestra que de las diez inflorescencias cubiertas en noviembre de 1994 sólo una llegó a cuajar tres frutos, que representaron un 5% de cuaje para esa inflorescencia. En el caso de las inflorescencias cubiertas en enero de 1995 dos produjeron un solo fruto cada una, que representó un 7% y un 5% de cuaje respectivamente, lo cual está representado en el cuadro 7. El cuajado de estos pocos frutos es posible que se haya debido a autopolinización, o por acción del viento o de hormigas que merodean en las inflorescencias y racimos, a las cuales no se les restringe el acceso con la bolsa de tela metálica.

El efecto de las bolsas de tela metálica en el porcentaje de cuaje, comparado con el 43% de cuaje de las inflorescencias a las cuales los insectos polinizadores tenían libre acceso (Cuadro 8.), muestra la importancia de la participación de los insectos en la polinización de las flores de nance.

Las flores aisladas que se cubrieron individualmente se secaron al llegar al estado de flor anaranjada y murieron, lo cual reduce al mínimo la posibilidad de una autopolinización para explicar el cuajado de frutos.

Los insectos que frecuentan las inflorescencias de nance para la recolección de polen y néctar, y que inevitablemente polinizan las flores de esta especie, se presentan en el cuadro 9.; siendo el que con mayor frecuencia se encontró *Trigona foveiventris* Guérin.

Cuadro 6. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (*Byrsonima crassifolia*) en inflorescencias cubiertas con bolsas de tela metálica. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994.

BOTONES FLORALES	FRUTOS CUAJADOS	PORCENTAJE DE CUAJE
66	3	4.55 %
49	0	0 %
55	0	0 %
53	0	0 %
36	0	0 %
33	0	0 %
24	0	0 %
44	0	0 %
53	0	0 %
62	0	0 %
PORCENTAJE PROMEDIO:		0.45%

Cuadro 7. Porcentaje de cuaje de frutos del nance (*Byrsonima crassifolia*) en inflorescencias cubiertas con bolsas de tela metálica. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1995.

BOTONES FLORALES	FRUTOS CUAJADOS	PORCENTAJE DE CUAJE
82	0	0 %
19	1	5.26 %
18	0	0 %
39	0	0 %
27	0	0 %
19	0	0 %
15	1	6.67 %
18	0	0 %
20	0	0 %
10	0	0 %
PORCENTAJE PROMEDIO:		1.19 %

Cuadro 8. Porcentaje de cuaje de frutos de nance (*Byrsonima crasifolia*) en inflorescencias sin bolsa de tela metálica. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1994.

<u>BOTONES FLORALES</u>	<u>FRUTOS CUAJADOS</u>	<u>PORCENTAJE DE CUAJE</u>
47	17	36.17 %
99	16	16.16 %
17	16	94.12 %
18	8	44.44 %
38	13	34.21 %
22	11	50.00 %
17	11	64.71 %
43	14	32.56 %
30	7	23.33 %
29	9	31.03 %
PORCENTAJE PROMEDIO:		42.67 %

Cuadro 9. Insectos que visitan las inflorescencias de las plantas de nance en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1995.

Trigona foveiventris Guerin.

Apis mellifera L.

Polybia occidentalis Oliver.

4.6. Composición física y química del fruto.

El análisis físico de los componentes principales del fruto no mostró gran diferencia entre frutos maduros y verde-maduros. Como se muestran en el cuadro 10, hubo un pequeño aumento porcentual de la semilla al pasar de estado verde-maduro a maduro.

El análisis químico de los frutos (en base fresca), sumariado en el cuadro 11., muestra que hubo muy poco cambio en la proporción materia seca : humedad al pasar de estado verde-maduro a maduro. En el estado maduro, el porcentaje de humedad disminuyó en un poco menos de 1%, aumentando en la misma proporción el porcentaje de materia seca. Al madurar los frutos, se presentó un muy ligero aumento en los niveles de materia orgánica, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno; caso contrario a lo ocurrido con las cenizas y la proteína cruda.

El extracto etéreo, conformado principalmente por grasas y ésteres de ácidos grasos, aumentó en aproximadamente 40% al pasar de estado verde-maduro a estado maduro, e indica que el nance tiene un contenido de grasa que se hace notar en su olor y sabor.

Los frutos en estado maduro presentaron en el análisis un aumento en el porcentaje de azúcares reductores de casi 20% en relación a los frutos en estado verde-maduro. Esto es lo que ocurre en casi todo fruto al madurar, en que el porcentaje de azúcares (sólidos solubles) aumenta, aunque en el caso del nance no llegó al 10%, lo que lo hace ser un fruto menos dulce que la mayoría de otras especies.

Cuadro 10. Composición física del nance (*Byrsonima crassifolia*) en estado verde-maduro y en estado maduro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1995.

	<u>Verde-Maduro</u>	<u>Maduro</u>
Semilla	10.22%	14.42 %
Pulpa + Cáscara	89.78 %	85.58 %

Cuadro 11. Composición química del nance (*Byrsonima crassifolia*) en base fresca en estado verde-maduro y en estado maduro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1995.

	<u>Verde-maduro</u>	<u>Maduro</u>
Porcentaje de humedad.	83.99	83.04
Materia seca.	16.01	16.96
Materia orgánica.	15.30	16.22
Cenizas.	0.70	0.74
Proteína cruda.	0.92	0.89
Extracto etereo.	1.59	2.23
Fibra cruda.	2.26	2.33
Extracto libre de nitrógeno.	10.54	10.77
Porcentaje de azúcares reductores.	7.45	8.86

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La curva de desarrollo de la inflorescencia mostró un crecimiento de tipo sigmoide simple durante los 63 días de evolución.

El desarrollo floral externo de esta especie duró alrededor de 57 días, periodo en el cual se establecieron cuatro etapas bien diferenciadas: 1) desarrollo de las yemas reproductivas; 2) flor amarilla; 3) flor anaranjada; y 4) abscisión de los pétalos.

El porcentaje de cuaje de frutos fue de aproximadamente 44% bajo las condiciones de El Zamorano.

Los frutos de nance tienen una curva de desarrollo de tipo sigmoide doble, tanto en cuanto al diámetro se refiere así como al peso. La duración del periodo de antesis a fruto maduro fue de 133 días.

Los insectos, especialmente las abejas, juegan un papel sumamente importante en la polinización de las flores de esta especie, por lo que se recomienda el establecimiento de colonias de abejas en las plantaciones de nance durante el periodo de floración.

Se recomienda realizar más estudios sobre la biología floral y reproductiva en plantaciones localizadas bajo condiciones distintas a las de El Zamorano, para poder generalizar el comportamiento floral de esta especie.

6. RESUMEN

Se establecieron diferentes aspectos básicos de la biología floral y reproductiva del nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.), tales como desarrollo de la inflorescencia; las etapas de floración y su duración; porcentaje de cuaje del fruto; desarrollo del fruto, polinización y los insectos que participan en ella. Adicionalmente se hizo un análisis físico y químico del fruto en estado verde-maduro y maduro para establecer sus distintos componentes y proporciones.

La curva del desarrollo de la inflorescencia se estableció con mediciones hechas a partir del brote de la yema floral hasta la aparición de la primera flor y fue del tipo sigmoide simple.

En el caso del desarrollo de los frutos, se establecieron dos curvas midiendo la zona ecuatorial de los mismos y pesándolos desde el momento de antesis hasta su maduración. En ambos casos se obtuvo una curva de crecimiento de tipo sigmoide doble. El período de antesis a fruto maduro fue de alrededor 133 días.

Se establecieron cuatro etapas de floración bien diferenciadas: 1) desarrollo de las yemas reproductivas, desde el brote de la yema floral hasta el día 57, 2) flor amarilla, del día 57 al 59, 3) flor anaranjada, del día 59 al 62, 4) abscisión de todos los pétalos, aproximadamente a los 62 días de la emisión de la yema floral.

El porcentaje de cuaje del fruto se determinó mediante el conteo de flores y frutos por inflorescencia, obteniendo alrededor de 44% de cuaje natural, con alrededor de 23 flores y 10 frutos por inflorescencia.

La participación de los insectos en la polinización se determinó impidiendo el acceso de los mismos a inflorescencias cubiertas con bolsas de tela metálica. Con ello se obtuvo una significativa reducción en el porcentaje de cuaje del fruto (0.5-1.2% contra 42-45% sin protección), por lo que se deduce que esta especie es, principalmente, de polinización entomófila. De los insectos que visitaron las inflorescencias los más importantes fueron la abeja *Trigona* sp. y la doméstica, *Apis mellifera*.

7. BIBLIOGRAFIA

- BIDWELL, R.G.S. 1979. Fisiología Vegetal. Trad. por Guadalupe Gerónimo Cano y Cano y Manuel Rojas Garcidueñas. 2 ed. México, D.F. AGT Editor S.A. 784p.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de Hoja Perenne. Trad. por José Luis de la Loma. 2 ed. México, D.F. UTEHA. 666 p.
- CRONQUIST, A. 1982. Botánica básica. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México. Continental S.A. de C.V. 655 p.
- GUZMAN, D.J. 1950. Especies Útiles de la Flora Salvadoreña. 2 ed. San Salvador, El Salvador. Imprenta Nacional. p. 280-518
- LEOPOLD, C.A.; KRIEDEMANN, P.E. 1975. Plant Growth and Development. 2 ed. EE.UU. McGraw-Hill. 544 p.
- LOVELESS, A.R. 1983. Principles of Plant Biology for the Tropics. 1 ed. Inglaterra. Longman Group Limited. 532 p.
- MORTON, J. 1987. Fruits for Warm Climates. EE.UU. Media Incorporated, Greensboro, N.C.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C. 1969. Plant Physiology. EE.UU. Wadsworth Publishing Company, Inc. 747 p.
- STANDLEY, P.C. y STEYERMARK, J.A. 1946. Flora de Guatemala. Fieldiana: Botany (EE.UU.) 24 (5): 478-479.
- TESAR, M.B. 1984. Physiological Basis of Crop Growth and Development. EE.UU. American Society of Agronomy, Inc. y Crop Society of America, Inc. 341 p.
- WILLIAMS, L. O. 1931. The Useful Plants of Central America. Ceiba. 24 (1-2): 202-203.
- WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Árboles del Parque Deiningr. 1 ed. San Salvador, El Salvador. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación. p. 200.