



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

FRUTICULTURA

Raleo y amarre de frutos en plantas de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn)

JUDITH VERÓNICA POOT CANCHÉ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

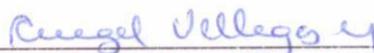
2014

La presente tesis titulada: "**Raleo y amarre de frutos en plantas de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Morre & Stearn)**" realizada por el alumna: **Judith Verónica Poot Canché** con la dirección del Consejo Particular" indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
FRUTICULTURA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. ANGEL VILLEGAS MONTER

ASESOR



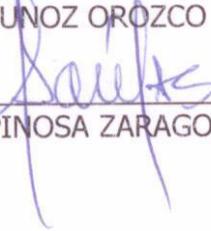
Dr. NICACIO CRUZ HUERTA

ASESOR



Dr. ABEL MUNOZ OROZCO

ASESOR



Dr. SAÚL ESPINOSA ZARAGOZA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, mayo de 2014

Raleo y amarre de frutos en plantas de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn)

Judith Verónica Poot Canché, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

RESUMEN

El raleo de flores y frutos se utiliza para mejorar amarre, disminuir alternancia, aumentar tamaño y calidad del fruto. En mamey se desconocen la intensidad y área de la rama donde dejar los frutos para mejorar el amarre. Con base en lo anterior, se utilizaron árboles injertados de zapote mamey de ocho años en Alpoyecá e Ixcateopan Gro. Los objetivos de este estudio fueron: i), evaluar el efecto de la intensidad de raleo en la persistencia, dinámica de crecimiento y amarre final en árboles de zapote mamey. Los tratamientos fueron: dejar 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 frutos (T1 a T6), y testigo (todos los frutos, T7). Se realizaron 17 evaluaciones, (noviembre/2011 a febrero/2013). Con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza, de regresión, prueba Tukey ($\alpha=0.05$) y pruebas t. ii), evaluar persistencia, en relación a orientación de frutos en cuatro secciones de rama de dos selecciones. Se marcaron al azar 57 ramas que se dividieron en cuatro secciones: base, media, punta y entre las hojas. Se realizaron 15 evaluaciones (noviembre/2011 a diciembre/2012), donde se registró el número de frutos persistentes (NFP) y posición (hacia abajo, lateral y arriba). Se realizó análisis de varianza y comparación de medias (Tukey), con diseño completamente al azar. iii), evaluar el amarre de frutos en ramas de diferente edad, en árboles de 'Magaña I' e 'Ixca' se marcaron 4 ramas (con seis repeticiones), del cuatro al quinto orden de crecimiento. Se realizaron 15 evaluaciones, (noviembre/2011 a diciembre/2012), las variables evaluadas fueron número de frutos retenidos según el orden de la rama. Se realizó análisis factorial 2x4 con diseño completamente al azar, comparación de medias (Tukey 0.05). iv) , evaluar el raleo de flores en la persistencia de frutos en desarrollo. Se utilizaron las selecciones 'Magaña I' (de dos parcelas), 'Nidito de amor', 'Dany', Alfonso 22' e 'Ixca'. El raleo de flores se aplicó a cinco árboles y se evaluaron seis ramas terminales en cada árbol. Se utilizó un árbol testigo (no raleado) y se evaluó el

mismo número de ramas. Con los datos se realizaron promedios y desviaciones estándar. Entre los resultados principales se encontró que la caída de frutos se dividió en dos etapas, la primera desde el inicio del experimento hasta los siete meses, presentó tendencia lineal y caída significativa de frutos, en la segunda no hubo caída significativa. Ambas etapas fueron independientes de tratamientos y selecciones. Al final únicamente hubo diferencias estadísticas (Tukey, 0.05) entre el testigo (T7) y los tratamientos de mayor intensidad de raleo (T1 y T3). El número de frutos persistentes fue estadísticamente mayor en 'Dany' que en 'Magaña I'. El raleo afectó el número de frutos persistentes, y puede disminuir la alternancia al reducir la demanda de asimilados por frutos. Los frutos persisten en mayor proporción en ramas de segundo orden en la base y media con orientación hacia abajo y lateral. En promedio por árbol de mamey se encuentran de 1246 a 90761 flores. El raleo de flores afectó el amarre ya que después de ocho meses de la aplicación de los tratamientos todos los frutos caen. Se requiere más investigación sobre raleo de fruto en zapote mamey para entender mejor sus efectos a corto y mediano plazo.

Palabras clave: caída de frutos, amarre de frutos, Sapotaceas

Thinning and fruit set on mamey sapote plants (*Pouteria sapota* Jacq. HE Moore & Stearn)

Judith Verónica Poot Canché, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

SUMMARY

Thinning of flowers and fruits is used to improve set fruit, reduce alternate bearing, increase fruit size and quality. In mamey sapote, the intensity and precise location on the branch where thinning should be applied to improve fruit set are unknown. Based on the foregoing, eight-years-old grafted mamey sapote trees in Alpoyecá and Ixcateopan, Gro. were used to study thinning and fruit set. Four objectives were pursued with this study. i) First, to evaluate the effect of thinning intensity on the persistence, growth dynamics and final fruit set in mamey sapote trees. For this objective, treatments were: thinning to 1, 2, 3, 4, 5 or 6 fruits per branch, and control (no thinning) in four selections. From November 2011 to February 2013, seventeen data recordings were carried out, one every four weeks. Analysis of variance, regression and t tests were performed. ii) Second objective was to evaluate fruit persistence in two selections depending on branch section and orientation of fruits in the branch. Fifty seven branches were selected at random and divided into four sections: base, middle, top and between of the sheets. Fifteen assessments (November/2011 to diciembre/2012), where the number of persistent fruits and recorded position (downward, lateral and above), were made. Analysis of variance and comparison of means (Tukey) were performed under a completely randomized design. iii) The third objective was to assess fruit set in branches of different age. The three youngest orders (order 1 to 3) in branches of 'Magaña I' and 'Ixca' selections were used. On order is a section of branch between two bifurcations or between the last bifurcation and the branch tip. Fifteen evaluations were performed (November/2011 to diciembre/2012), recording the number of fruits retained in each order of the branch. An analysis of variance and means separation (Tukey 0.05) under a completely randomized design were performed. iv) The fourth objective was to evaluate the effect of flower thinning on fruit set. Five selections

'Magaña I' (two plots), 'Nidito de amor', 'Dany', 'Alfonso 22' and 'Ixca' were used. Flower thinning was applied to five trees and six terminal branches on each tree. The same numbers of branches were evaluated in a control tree (no thinning). Averages and standard deviations were performed. Among the main results, it was found that fruit drop was divided into two stages. The first stage presented significant fruits drop with lineal trend, and lasted seven months, starting at fruit thinning. The second stage started from the seventh month until the experiment was over and there was not significant fruit drop. Both stages were independent from treatment and selection. When the experiment began, the control branches had at least twice more fruits than any thinning treatment. However, at the end, differences (Tukey, 0.05) were only found between the control and the higher intensity thinning treatments, i.e., 1 and 3 fruits per branch. The fruit set was only higher in 'Dany' than in 'Magaña I'. Thinning affected the number of persistent fruits, and may decrease the alternate bearing because it reduces the demand for carbon assimilates. The fruits remained in a higher proportion in second-order branches, at the low and half sections with downward and lateral orientations. On average the number of flowers ranged of 28970 in a mamey sapote tree. Flower thinning affected final fruit set, because there was not fruits eight months after treatments were applied. More research is needed in order to better understand the short and medium term effects of fruit tinning in mamey sapote.

Keywords: fruit drop, fruit set, Sapotaceae

AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México porque gracias a sus contribuciones pude obtener una beca a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y continuar con mis estudios.

Al Colegio de Postgraduados, en especial al programa de Fruticultura, por haberme aceptado y con ello la oportunidad de lograr realizar una meta más.

A la Red de Recursos Genéticos y Productividad (REDGENMEX) por el financiamiento para llevar a cabo la presente investigación.

Al Dr. Angel Villegas Monter por la dirección en la realización de la presente tesis, por su apoyo, dedicación, paciencia y experiencias brindadas durante mi estancia en la maestría, pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Nicacio Cruz Huerta por su amistad, disposición y apoyo incondicional brindado durante la investigación y en la revisión de la tesis.

Al Dr. Abel Muñoz por sus observaciones y sugerencias para mejorar el presente estudio.

Al Dr. Saul Espinosa Zaragoza por apoyo para la revisión y corrección del presente trabajo.

A los productores Don Antonio y Misael de Alpoyeca e Ixcateopan Guerrero, por permitirme trabajar en sus parcelas, contar con su apoyo y recibirme en sus hogares.

A la familia Arellano Duran por su apoyo, amistad y sobre todo por hacerme sentir parte de su familia.

A mis amig@s y a todas aquellas personitas que me brindaron su amistad y estuvieron conmigo durante este proceso de crecimiento y formación.

DECICATORIA

A DIOS:

Por haberme dado vida y fortaleza para terminar este trabajo.

A MIS PADRES:

Julio Poot y Dulce Ma. Canché

A mis hermanos:

Ángela Beatriz, María Cecilia y Juan Nicolás

A la familia:

Sarabia Chanché y Martin Poot

A MANUEL TUYUB:

Por el amor, paciencia y apoyo durante todo este tiempo.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE APENDICE.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del zapote mamey	4
2.2. Floración en zapote mamey	5
2.3. Desarrollo y crecimiento del fruto	7
2.4. Generalidades del raleo.....	8
2.5. Raleo en frutales tropicales	9
2.6. Raleo en frutales templados	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Localización de los experimentos	13
3.2. Material vegetal	13
3.3. Ensayos	16
3.3.1. Intensidad de raleo en ramas de zapote mamey	16
3.3.2. Frutos persistentes en ramas de zapote mamey, por sección y orientación en la rama.	20
3.3.3. Amarre de frutos en ramas de diferente orden de crecimiento	22
3.3.4. Raleo de flores en zapote mamey.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Ensayo I.....	27
Número de frutos raleados.....	27
Número de frutos persistentes	27
Cinética de crecimiento de los frutos	33
Número de frutos cosechados	35
4.1. Ensayo II.....	43

Número de frutos persistentes	43
Frutos persistentes según orientación.....	46
Frutos persistentes según sección de la rama	46
4.2. Ensayo III.....	51
Frutos persistentes según el orden de crecimiento de la rama.....	51
4.3. Ensayo IV	55
Número de flores por inflorescencia	55
Cantidad de flores retiradas por planta	56
Número de frutos persistentes después del raleo de flores	57
5. CONCLUSIONES	60
6. LITERATURA CONSULTADA	61
7. APENDICE	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores del intercepto y pendiente de las ecuaciones lineales que describen la persistencia de frutos de siete tratamientos de raleo de zapote mamey en dos etapas.....	29
Cuadro 2. Número de frutos persistentes en cuatro selecciones de zapote mamey y en tres etapas fenológicas.....	33
Cuadro 3. Número de frutos cosechados por planta y época de cosecha en dos periodos en 2012 sin raleo y 2013 con raleo, cantidad promedio de frutos en seis plantas.....	36
Cuadro 4. Persistencia de frutos en dos selecciones de zapote mamey en Ixcateopan, Gro. México.	54
Cuadro 5. Comparación del número de flores raleados en cada selección evaluada. .	58

ÍNDICE DE APENDICE

Cuadro 1A. Características de los frutos cosechados de ‘Magaña I’ en Alpoyeca, Gro. México.....	88
Cuadro 2A. Características de los frutos cosechados de ‘Nidito de amor’ en Alpoyeca, Gro. México.....	89
Cuadro 3A. Características de los frutos cosechados de ‘Dany’ en Alpoyeca, Gro. México.....	90
Cuadro 4A. Características de los frutos cosechados de ‘Alfonso 22’ en Alpoyeca, Gro. México.....	91
Cuadro 5A. Características de los frutos cosechados de ‘Ixca I’ en Ixcateopan, Gro. México.....	92
Cuadro 6A. Características de los frutos cosechados de ‘Magaña I’ en Ixcateopan, Gro. México.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos en la periferia de cada planta de zapote mamey. Cada círculo representa un tratamiento.....	17
Figura 2. Malla proteger los frutos que persistieron y recolectar los frutos caídos.	18
Figura 3. Representación del seccionamiento de la rama y como se evaluó la posición y sección del fruto.....	21
Figura 4. Posición y numeración de los órdenes en una planta de zapote mamey.....	24
Figura 5. Clasificación inversa de los órdenes de las ramas para análisis estadístico.	24
Figura 6. Forma en la que se colocó la maya para proteger las flores de las ramas raleadas.....	25
Figura 6. Número de frutos persistentes en seis tratamientos de raleo (1 a 6 frutos por rama, T1-T6) y un testigo promedio de cuatro selecciones.....	30
Figura 7. Rama sin raleo frutos de diversos tamaños y aglutinación de los mismos....	30
Figura 8. Número de frutos persistentes en seis tratamientos de raleo (1 a 6 frutos) y el testigo. Resultados de la última evaluación (Feb/2013). Promedio de cuatro selecciones. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).	32
Figura 9. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013) selección 'Magaña I', Alpoyeca, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.....	37
Figura 10. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013) selección 'Nidito de amor', Alpoyeca, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.....	37

Figura 11. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013) selección ‘Dany’, Alpoyecá, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.....	38
Figura 12. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013) selección ‘Alfonso 22’, Alpoyecá, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.	38
Figura 13. Secuencia del endurecimiento de la testa en semillas de la selección ‘Magaña I’ durante los primeros 15 meses después del raleo: A) noviembre 2011, B) diciembre, C) enero 2012, D) febrero, E) marzo, F) abril, G) mayo, H) junio, I) julio, J) agosto, K) septiembre.	39
Figura 14. Principales etapas fenológicas de zapote mamey. 1) ‘Magaña I’, 2) ‘Nidito de amor’, 3) ‘Dany’, 4) ‘Alfonso 22’.....	41
Figura 15. Forma de los frutos de las selecciones ‘Magaña I’ (a), ‘Nidito de amor’ (b), ‘Dany’ (c) y ‘Alfonso 22’ (d) de Alpoyecá, Gro. México.....	42
Figura 16. Promedio general del número de frutos persistentes por rama de dos selecciones de zapote mamey en Ixcateopan, Gro. México. (Nov/11- Dic/12). Valores con la misma letra en cada barra indican que son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).....	44
Figura 17. Promedio general de frutos persistentes en ramas de zapote mamey. Ixcateopan, Gro. México. periodo de Nov/2011 a Dic/2012.....	44
Figura 18. Rama de zapote mamey con frutos en tres orientaciones hacia a) arriba, b) en lateral y c) abajo.	45

Figura 19. Promedio general de la persistencia de frutos por rama considerando la orientación del fruto en plantas de zapote mamey en Ixcateopan, Gro. México. Periodo de Nov/2011 a Dic/2012.....	47
Figura 20. Frutos de zapote mamey distribuidos a lo largo de la rama en Ixcateopan, Gro. México.	47
Figura 21. Promedio de frutos persistentes por sección de la rama en zapote mamey. Ixcateopan, Gro. (Nov/11-Dic/12).....	49
Figura 22. Frutos de zapote mamey cosechados en el periodo de Nov/2011 a Dic/2012 en Ixcateopan, Gro. México. a) 'Ixca', b) 'Magaña I'.	49
Figura 23. Comportamiento de las principales etapas fenológicas de zapote mamey en Ixcateopan Gro. México.. 1) 'Ixca' y 2) 'Magaña I'. Cada color representa:.....	50
Figura 24. Promedio general del número de frutos persistentes por orden de la rama en dos selecciones de zapote mamey en Ixcateopan, Gro. México. Medias con la misma letra en la barra, indican que no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).	52
Figura 25. Número de frutos persistentes en ramas de diferente orden de crecimiento. Medias con la misma letra en la barra, no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha= 0.05$).	53
Figura 26. Inflorescencias en ramas de zapote mamey de las selecciones A) 'Magaña I', B) 'Nidito de amor', C) 'Dany 66', D) 'Alfonso', E) 'Magaña I' y F) 'Ixca'. Las dos últimas evaluadas en Ixcateopan.....	56
Figura 27. Comportamiento de la persistencia de frutos después del raleo en plantas de zapote mamey en Alpoyecá e Ixcateopan Gro. México (2012/2013). A)	

'Magaña I', B) 'Nidito de amor', C) 'Dany', D) 'Alfonso 22', E) 'Magaña I (en Ixca) y F) 'Ixca'. Cada punto representa la media de las observaciones y la barra vertical su desviación estándar. 59

1. INTRODUCCIÓN

El zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq), también conocido como mamey o zapote colorado (Arzudia, 2006), es originario del sur de México y Centro América, desde la Península de Yucatán, Guatemala, Belice, norte de Honduras y los bosques de la costa Atlántica de Nicaragua (Nava-Cruz y Ricker, 2004; Pennington, 1990). Se Cultiva en América Central, Guatemala, Venezuela, Florida y México (Morera, 1992).

El mamey (*Pouteria sapota* Jacq) es un fruto apreciado como complemento alimenticio, del cual se obtienen diversos productos (Morera, 1992). Es considerado como fruta exótica y, tiene alto valor comercial por sus características organolépticas y nutricionales (Arzudia, 2006).

En México, en el 2012 se cultivaron 1612 ha de mamey, de las cuales 1350 ha aportaron 16,719 toneladas con rendimiento promedio de 12 t/ha (SIAP, 2012). Por las características agronómicas de la fruta, este cultivo podría tener éxito en el mercado nacional e internacional, sin embargo, diversos factores limitan su comercialización y manejo, lo cual ha minimizado su difusión a escala comercial (Arzudia, 2006; Espinosa *et a.l.*, 2012).

El raleo se ha aplicado a diferentes frutales y su efecto se relaciona con el aumento del tamaño, calidad y uniformidad de los frutos, así como disminución de la alternancia (Geisel *et a.*, 2001 y Yeshitela *et al.*, 2004). Sin embargo, se desconocen la

intensidad y época de raleo en especies tropicales y subtropicales. También se desconoce el área de la rama donde se deben dejar los frutos (Reginato *et al.*, 1995).

El zapote mamey requiere de estudios que permitan mejorar la producción, en base a la selección y propagación vegetativa de materiales de interés comercial, así como de manejo. Con base en lo anterior, la presente investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto del raleo de frutos en ramas de diferente orden en la calidad de los frutos.

1.1. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de raleo, en el crecimiento y persistencia de frutos en selecciones de zapote mamey.
2. Evaluar la persistencia de frutos en función de la orientación y sección de ramas en zapote mamey.
3. Determinar el amarre de frutos en ramas de diferente orden de crecimiento, en dos selecciones de zapote mamey.
4. Evaluar el efecto de raleo de flores en el amarre de frutos en selecciones de zapote mamey.

1.2. HIPÓTESIS

1. La intensidad de raleo afecta el amarre final y mejora el tamaño de los frutos.
2. El amarre en zapote mamey es igual en toda la rama y no hay diferencia en la orientación de los frutos.
3. La floración en plantas de zapote mamey se presenta en diferentes órdenes de crecimiento
4. El amarre es mayor en ramas terminales.
5. El raleo de flores mejora el amarre de frutos

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del zapote mamey

El zapote mamey es originario del sur de México y Centro América, y se puede encontrar de forma silvestre en zonas tropicales de México. Se extiende de la Península de Yucatán, Guatemala, Belice; Norte de Honduras y Nicaragua (Pennington, 1990; Granados, 1995; Campbell *et al.*, 1996).

En México hay árboles con diferentes características sobresalientes, que sobrepasan los 100 años. Estos árboles llegan a tener hasta 50 m de alto, con 1m diámetro del tronco. La copa de los árboles puede tener forma piramidal, cónica, cilíndrica y circular. Las hojas largas y delgadas se agrupan cerca del ápice de las ramas, miden de 15-30 cm de largo, son glabras, y lustrosas en el haz, de color blanquecino, base larga; nervaduras laterales casi perpendiculares al centro; peciolos de 3 a 5 cm de largo, glabros o pubescentes (Arzudia, 2006).

El fruto es una baya, monosperma, de hasta 20 cm de largo, ápice agudo u obtuso, base aguda o truncada, epicarpio rugosa y escamosa de color café claro, mesocarpio carnoso de diferentes colores, de café oscuro hasta ligeramente rosado, comúnmente es rojizo, a veces de color amarillo intenso. La pulpa es suave y dulce, en ocasiones lechosa, con delicado aroma y sabor que lo caracteriza; el contenido de fibra que llega a presentar depende del material genético (Arzudia, 2006). El mesocarpio es dulce, carnoso, de color naranja a rojo, con pequeñas cantidades de látex cuando es inmaduro. Contiene generalmente una o tres semillas de hasta 10 cm de largo,

elipsoides, de color negra a morena oscura (Pohlan y Ricker, 1999 citados por Arzudia, 2006). La semilla tiene hilo blancuzco conspicuo; embrión plano convexo, cotiledones libres, la radícula se extiende hasta la superficie de la semilla, con ausencia de endospermo. Su almendra es aceitosa y amarga (Arzudia, 2006).

2.2. Floración en zapote mamey

La iniciación y diferenciación floral es importante para determinar el tiempo que transcurre desde la iniciación hasta la antesis, y de esta forma obtener información para definir la época de aplicación de agroquímicos, riegos y algunas prácticas de manejo (Avitia y Castillo 2007). Sin embargo, en zapote mamey no hay trabajos que estudien la fenología en plantas injertadas.

Las flores de zapote mamey son actinomorfas con cáliz verde parduzco con numerosos sépalos, corola color crema verdoso, de 7 a 8 mm de largo, anchamente tubular en la parte inferior, con 4 a 5 lóbulos de 4 mm de largo; tiene 4-5 estambres insertos en la base de la corola y opuestos a los lóbulos de la corola, presenta 5 estaminodios alternos a los estambres; ovario pubescente; estigma pequeño y simple, usualmente por encima de la corola, tanto en estado de yema como en flor (Arzudia, 2006). Las flores se presentan en fascículos de 3-6 (Leon, 1987, Arzudia, 2006), agrupadas en las axilas de las hojas o bien en los nudos sin hojas de las ramas terminales, inmediatamente debajo del follaje (León, 1987). Sin embargo, Domínguez-Ordoñez *et al*, (2007) mencionan que en Alpoyecá, Gro., encontraron que cada

inflorescencia presenta de 6-16 flores en ramas de un año y que el árbol presenta dos floraciones por año.

El periodo de floración varía entre 1-2 meses (Arzudia, 2006). En Alpoyecá Guerrero la floración se presenta desde marzo con cambios hasta junio; y en julio inicia la formación acelerada de yemas florales que continúa hasta septiembre. Posterior a la floración inicia una drástica caída de flores y frutos pequeños de modo que en enero apenas quedan de 0 a 3 frutos por rama, sobre todo en la parte media de la rama (Cid *et al.*, 2007). En un estudio similar, Domínguez-Ordoñez *et al.* (2007) observaron que seis genotipos de zapote mamey presentaron dos floraciones, la primera abundante a finales de abril hasta mediados de julio y la segunda menos abundante de noviembre a enero. En la primera floración es donde se da el amarre de frutos que se cosechan en los meses de diciembre a mayo, por lo que el periodo de flor a fruto es de 17 hasta 19 meses. La floración de noviembre a enero generalmente no amarra.

En Coatlán del Río la floración se observa en los meses de mayo a septiembre. En julio se presenta mayor número de yemas florales y de flores abiertas, en octubre y marzo hubo presencia flores en menor cantidad. Las flores en postsenescencia y frutitos cuajados son de agosto y septiembre a los 126 días después de la floración, por lo que se menciona que el proceso de floración tarda 130 días (Alía-Tejacal *et al.*, 2008). Por otro lado, Villanueva- Arce *et al.* (2000) mencionan que también encontraron dos épocas de floración una en enero-febrero y otra en julio-agosto y Nava-Cruz y Ricker (2004) indican que en los Tuxtlas, Veracruz la floración inicia en el mes de Julio, mientras que Davenport y O'Neal (2001) indican que en Florida es de junio a febrero.

2.3. Desarrollo y crecimiento del fruto

Los estudios realizados en relación al crecimiento del fruto de zapote mamey son escasos y este aspecto es importante para los frutales, ya que frutos grandes obtienen mejores precios, en comparación con los pequeños que pueden no tener valor. En consecuencia se deben realizar estudios para conocer la dinámica de crecimiento que nos permita desarrollar estrategias para regular el tamaño del fruto (Opara, 2000).

El fruto de zapote mamey tiene crecimiento sigmoideal. Existe variabilidad en la velocidad de crecimiento y dimensiones de los frutos y esto puede deberse a que el material utilizado es proveniente de semilla. El crecimiento de los frutos se divide en dos etapas a) de rápido crecimiento y b) de crecimiento continuo (Arenas *et al.* 2003, Alia-Tejacal *et al.* 2004).

El árbol de zapote mamey tiene otra particularidad: debido a que presenta varias etapas fenológicas al mismo tiempo, se favorece la competencia entre las estructuras y por lo tanto limita el cuajado y desarrollo de frutos (Dominguez-Ordoñez *et al.*, 2007). Con lo antes mencionado se tiene que durante junio, julio y agosto, las plantas presentan flores y tiene frutos del año anterior y desde septiembre hasta cosecha, las plantas tienen frutos del año anterior (más de 14 meses) y frutos en desarrollo de 2 a 4 cm de diámetro. Esta etapa fenológica de floración en Alpoyecá, Guerrero, coincide con la detención del crecimiento y defoliación de las plantas, que

dependiendo de la selección puede ocurrir desde diciembre hasta abril (Ledesma *et al*, 2010).

2.4. Generalidades del raleo

En general la mayoría de las plantas producen más flores que frutos que puede tener al final de la cosecha. Este mecanismo puede ser una adaptación para proporcionar suficiente polen para la polinización (Queller, 1985).

En general, el tamaño de los árboles junto con su capacidad de almacenamiento de hidratos de carbono, son dos factores que determinan el número de frutos que el árbol puede llevar a madurez (Davie *et al.*, 1995). Por lo que, el raleo de frutos puede ser la respuesta para conservar almidón y tener producción constante de fruto (Yeshitela *et al*, 2004).

A inicios de 1900 los productores de frutas e investigadores trataban de encontrar alguna solución para disminuir alternancia en huertos de manzana. En 1919 reconocieron que la alternancia se podía controlar removiendo parte de las flores que se producían en la inflorescencia para que posteriormente cuajen (Ward, 1996), así se tendrá menos frutas pero de tamaño mayor (Dennis, 2002).

Durante la década de los 30 y 40 aún se continuaba utilizando el raleo manual; sin embargo, requería de mucha mano de obra y resultaba costosa (Ramos-López *et al.*, 2003). En 1941, inició el uso de ácido naftalenacético (ANA) y naftoaceetoamida (NAD) para inducir raleo y disminuir la caída precosecha (Greene, 2002; Dennis 2002).

Para mejorar el tamaño y la calidad de fruta, se realizan prácticas culturales que afectan las relaciones entre fotosíntesis foliar, distribución de azúcares entre la planta y carga de fruta (Marcelis, 1996). Para lograr este objetivo, se prueban ciertas técnicas de manejo como raleo de fruta, anillado de ramas, aplicación exógena de sacarosa y buscar el índice de área foliar que permita mantener la carga (Vu *et al.*, 2002).

2.5. Raleo en frutales tropicales

En cítricos se han realizado varias investigaciones, Bustan *et al.* (1996) en *Citrus paradisi* y *C. reticulata*, demostraron las ventajas del anillado y selección de frutos en el peso final de frutos y acumulación de carbohidratos en la planta.

En un estudio realizado por Cabezas-Gutiérrez y Rodríguez (2010) en plantas de *Citrus sinencis* L. variedad 'Sweety Orange' injertadas en 'Flaying Dragon' encontraron que el raleo manual en diferentes porcentajes (75, 50 y 25%), anillado, anillado y aplicación de sacarosa, sacarosa sin anillar, defoliación y sacarosa, poda, fertilización y control (testigo) no presentó diferencias significativas en el peso individual de las frutas. Al dejar 25% de frutos (raleo al 75%) el rendimiento disminuyó. Sin embargo, hubo mejor distribución fotoasimilados y balance de hormonas (giberelinas).

Otra situación es el caso de mango cv. 'Sensation', que amarra muchos frutos de los cuales más de la mitad caen antes de la cosecha. Los árboles que no se ralean inicialmente tienden a presentar mayor abscisión que los raleados, esto reduce el rendimiento (Davie y Stassen, 1997).

En un estudio realizado por Yeshitela *et al.* (2004) probaron diferentes tratamientos de raleo, y determinaron que cuando dejan mayor cantidad de fruta en el árbol el porcentaje de retención fue menor. También, mencionan que el raleo manual puede ser más preciso que el uso de productos químicos; sin embargo la actividad manual es costosa.

Otro frutal tropical donde se ha probado el raleo es Lichi (*Litchi chinensis* Sonn) cv 'Bengala'. Magalhães *et al.* (2009) probaron diferentes intensidades de raleo y observaron el mayor porcentaje de caída de fruto en el testigo (sin raleo) y por último el tratamiento de 9 frutos por rama que obtuvo la media más alta en peso seco y sugieren que se debe al raleo, ya que provocó mayor cantidad de fotoasimilados retenidos en la corteza.

En aguacate (*Persea americana* Mill) se realizó un estudio durante cuatro años en el cual se aplicó nitrógeno y anillado en árboles injertados. En los años de baja producción, el nitrógeno y anillado favorecieron el amarre inicial de frutos y se puede atribuir a la acción de urea en el incremento de los óvulos viables y número de tubos polínicos que alcanzan exitosamente el óvulo lo que incrementó el amarre (Jaganath y Lovatt 1998; Espindola-Barquera *et al.*, 2008). Así, McNeil y Parsons (2003), reportan que el anillado de 2 cm, en árboles de aguacate 'Hass', realizado antes de floración en el año de baja y alta producción incrementó el número de frutos, 111 frutos más por árbol en cada año de evaluación; 21% de amarre más que el testigo.

2.6. Raleo en frutales templados

En durazno (*Prunus pérsica*) se encontró que el raleo de flores induce mayor vigor en los árboles y tolerancia a las heladas en comparación con raleo de frutos (68 días después de la floración). Sin embargo, el raleo manual en exceso disminuyó el amarre de frutos (Byers y Marini, 1994).

La práctica de raleo incrementa el tamaño del fruto pero también reduce la producción total; por tanto, se debe mantener el equilibrio entre producción y tamaño del fruto (Day *et al.*, 1992). Generalmente, la ganancia económica máxima no ocurre al mismo tiempo que la máxima producción comercial, puesto que los frutos de mayor tamaño tienen mejor precio en el mercado, pero se producen en menor cantidad (Parker Ziberman y Moulton 1991, Marini 2003). Por otro lado, Stassen *et al.* (1983), aseguran que el raleo, además de mejorar el tamaño de los frutos, trae consigo reducción de alternancia, que afecta a algunas variedades sensibles de durazno. La alternancia está asociada con el agotamiento de nutrientes y carbohidratos de los árboles durante la temporada con carga excesiva, que reduce las reservas para el buen funcionamiento de las plantas en la temporada siguiente.

Casierra-Posada *et a.* (2007) realizaron poda de hojas y raleo de frutos en durazno (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Rubidoux'), donde dejaron 10, 20, 30, 40 y 50 hojas por fruto; y encontraron que la calidad del fruto de acuerdo con su diámetro se mejoró con el raleo, en comparación con los árboles con carga completa. Los árboles sin raleo produjeron alto porcentaje de fruto con calibres C y D (diámetros por debajo

de 55 mm), mientras que la calidad del fruto Extra (Calibre sobre 65 m de diámetro) empieza a aparecer a partir del tratamiento con 20 hojas por fruto y se presenta alta proporción en los tratamientos con relaciones de 40 y 50 hojas por fruto. También, determinaron que la relación pulpa:semilla se incrementa mediante el raleo de frutos.

El raleo manual de racimos en el cv. 'Tannat' permite mantener las plantas en equilibrio, tanto en producción de fruta y madera, mejorando la calidad de las uvas y vinos con respecto a las plantas sin raleo (Gonzalez-Neves y Ferrer, 2000; Ferrer y Gonzalez-Neves, 2002). En un estudio de 7 años (1994-2000) realizado por (Gonzalez-Neves *et al.* (2001) verificaron que el raleo de racimos en cv. Tannat disminuye la producción de uva, y no fue proporcional a la intensidad del mismo y dependía del momento en que se eliminaron los racimos y de las condiciones de cada año. La disminución de la producción fue mayor, en todos los años, con el raleo en envero (coloración del fruto) comparado con el raleo en cuajado del fruto.

El raleo se aplica mayormente a frutales templados y se utiliza de forma comercial, empleando productos químicos; en tanto, en los frutales tropicales no es utilizado. Existen pocas investigaciones acerca de este tema y solo utiliza en cítricos a escala comercial. Los beneficios del raleo podrían asegurar la producción y disminución de alternancia para el zapote mamey (*Pouteria sapota*) y otras especies tropicales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de los experimentos

El estudio se realizó en dos parcelas comerciales establecidas en el Estado de Guerrero. La parcela 1 propiedad del Sr. Antonio Ayala, está ubicada en el municipio de Alpoyeca, (17° 40' de Latitud Norte y 98° 31' de Longitud Oeste (INEGI 2012) y 950 m de altitud). La parcela 2 propiedad del Sr. Misael Escobar, está ubicada en Ixcateopan, municipio de Alpoyeca (17° 44' Latitud Norte y 99° 48' Longitud Oeste y 968 m de altitud). El clima de la región es del tipo (A) C(w), semicalido subhúmedo, temperatura media anual de 22 °C y precipitación de 698 mm (García, 1973).

3.2. Material vegetal

Se utilizaron cinco selecciones injertadas de zapote mamey de ocho años que se describen a continuación:

1) '**Magaña I**'. Material proveniente del oriente de Yucatán. Ésta selección ha pasado por un proceso de evaluación por más de 30 años (Magaña, 2013) A nivel comercial en México es considerado uno de los más importantes (Villegas *et al.*, 2005). El fruto se caracteriza por el sabor de la pulpa y color rojo intenso, así como alto rendimiento y poca alternancia. En Yucatán se cosecha de diciembre a mayo y produce frutos redondeados de 630 g en promedio, que miden 13 cm de longitud y 9 cm de ancho, con 75 % de pulpa, 20 % de cáscara y 7.5 % de semilla; su cascara es delgada (1 mm), y el contenido de sólidos solubles totales en pulpa es de 29.5 °B (Jasso-Argumedo, 2008). En Ixcateopan, Guerrero los frutos se cosechan en febrero y pesan

hasta 800 g; mientras que en Alpoyeca Guerrero se cosechan en marzo y tienen el mismo peso.

2) 'Dany'. Fue seleccionado en Yucatán México, se caracteriza por tener frutos de 350 g en promedio, con forma cónica, pulpa de color rojo intenso y sin fibra. La semilla pesa aproximadamente 15 g. Se considera productivo y no alternante; su floración es de diciembre a enero y se cosecha de febrero a abril (Cituk, 2010). En Alpoyeca, Gro., esta selección se caracteriza por tener menor crecimiento que 'Magaña l' (Ledesma *et al.*, 2011). En Alpoyeca, Gro., la floración se presenta en junio y la cosecha en abril. Los frutos pesan hasta 450 g, y en promedio miden 12 cm de largo y 8 cm de ancho, con 76.7 % de pulpa, 13.6 % de cáscara (grosor 2.1 mm) y 9.7 % de semilla. La mayoría de los frutos presentan una semilla sin germinación prematura, poca fibra y el color de la pulpa no homogénea.

3) 'Nidito de Amor'. Material proveniente de semilla y es considerado altamente productivo. Fue seleccionado en Alpoyeca, Gro., por un grupo de académicos del Colegio de Postgraduados, en el predio del Sr. Alfonso Pardo. Es un árbol con ramas inclinadas hacia abajo y mucho follaje. Como característica principal produce frutos de 500 a 600 g (Ledesma *et al.*, 2011). La floración se inicia en julio y cosechan en abril. Los frutos miden en promedio 12 cm de largo y 7 cm de ancho, con 74 % de pulpa, 16 % de cáscara (grosor de 2.3 mm), cáscara y 8.4 % de semilla. Se pueden encontrar hasta tres semillas algunas sin desarrollar. La pulpa tiene poca fibra y es de color homogéneo.

4) 'Alfonso 22'. Material proveniente de semilla, fue seleccionado en Alpoyeca, Gro., por académicos del Colegio de Postgraduados, en el predio del Sr. Alfonso Pardo. La floración se presenta en mayo y los frutos se cosechan en abril. Los frutos son de forma alargada y en promedio miden 14 cm de largo y 7 cm de ancho, con 79 % de pulpa, 15 % de cáscara (grosor de 2.6 mm) y 6 % de semilla. Los frutos presentan una semilla y la pulpa tiene menor de fibra comparada con las demás selecciones utilizadas es ente estudio.

5) 'Ixca'. Material proveniente de semilla. Fue seleccionando en Apoyeca, Gro., por el Sr. Misael Gómez. Es un árbol productivo con alternancia, frutos grandes y alargados, con pulpa rojo intenso. Su característica principal es que se cosecha a inicios de diciembre y concluye a finales de enero (Ledesma *et al.*, 2011). La floración se inicia en abril. Los frutos en promedio miden 14 cm de largo y 8 cm de ancho y pueden llegar a pesar más de 1000 g, con 76 % de pulpa, 15 % de cáscara (grosor de 2.4 mm) y 10 % de semilla. En los frutos solo se presenta una semilla sin germinación prematura. Pulpa con poca fibra.

3.3. Ensayos

3.3.1. Intensidad de raleo en ramas de zapote mamey

Establecimiento de tratamientos y diseño experimental.

Se utilizaron árboles injertados de zapote mamey (los más representativos) de ocho años, entre cuatro y seis metros de altura de las selecciones 'Magaña I', 'Dany 66', 'Nidito de amor' y 'Alfonso 22'. El 18 de noviembre del 2011 se marcaron seis árboles (repeticiones) de cada selección y 7 ramas por árbol. A cada rama se le aplicó al azar uno de los siguientes tratamientos de raleo, dejar 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 frutos (T1 a T6), y un testigo (todos los frutos, T7) (Figura 1). Se utilizó un diseño completamente al azar, las unidades experimentales fueron cada una de las ramas. A las ramas restantes se les dejó tres frutos para homogenizar el raleo.

Las ramas seleccionadas fueron de los órdenes cuatro y cinco. En promedio tenían 66 cm de largo, diámetro basal de 16 mm, altura de la rama en la planta de 1.61 m (medidas de la superficie del suelo hasta llegar al ápice de la rama) y con 40 hojas maduras. En cada tratamiento se consideró el tamaño final de los frutos, y se dejó espacio entre cada fruto para permitir su crecimiento, en las demás ramas sin tratamiento de raleo se dejaron 3 frutos, con el fin de homogenizar el raleo.

Manejo de la plantación

El manejo de la plantación se hizo de acuerdo a las prácticas establecidas por el productor. Éste consistió en riego por inundación una vez por semana y en el periodo de sequía dos veces por semana y fertilización mensual con 200 g por planta de 17-17-

17. Al inicio del experimento se presentó un gusano (no identificado), el cual perforaba a los frutos en desarrollo y ello provocaba la caída. También, se observaron ácaros pero estos no afectaron y no tuvo que aplicarse ningún acaricida.



Figura 1. Distribución de los tratamientos en la periferia de cada planta de zapote mamey. Cada círculo representa un tratamiento.

Variables evaluadas

Número de frutos persistentes (NFP)

Los frutos al momento de ser raleados median en promedio ‘Magaña’ 11.82 mm y 9.54 mm; ‘Nidito de amor’ 13.48 mm y 11.13 mm; ‘Dany’ 13.22 mm y 10.86 mm y ‘Alfonzo 22’ 12.63 mm y 10.94 mm de diámetro y longitud respectivamente. Y tenían dieciséis semanas después de antesis. Se realizaron 17 muestreos, los primeros seis meses (de noviembre/2011 a mayo/2012) se realizó el conteo de los frutos

persistentes por los productores (datos no mostrados) esto para descartar errores en la evaluación de los frutos; posteriormente se continuó evaluando cada cuatro semanas de junio/2012 a febrero/2013. Se contaron en número de frutos persistentes (NFP) en cada muestreo por tratamiento y selección.

A cada rama en evaluación se colocó una malla (Figura 2), con ésta se logró coleccionar los frutos que caían, la cual fueron colocados en solución FAA (Formol-Acético-Alcohol) para conservarlos y posteriormente disectarlos y observar en que momento la testa de la semilla se hacía dura. Además, la malla tuvo la función de protección para los frutos que persistían y cuando los frutos tenían aproximadamente como 80 mm de largo la malla tuvo que ser retirada para que no perjudicara a los frutos.



Figura 2. Malla para proteger los frutos que persistieron y recolectar frutos caídos.

Número de frutos raleados por planta:

Los frutos retirados de las plantas evaluadas se colectaron y contabilizaron, para conocer cuántos frutos retenía planta al momento de realizar el experimento.

Cinética de crecimiento en frutos

Al inicio del experimento se identificó los frutos basales (los cercanos a donde se insertaba la rama) de cada tratamiento. En cada uno de las 15 evaluaciones se midió el largo y diámetro (en mm) de los frutos basales de cada tratamiento, para determinar el efecto del raleo en el tamaño final de los frutos. Cabe mencionar que no se midieron todos los frutos de los tratamientos debido a que la unión del fruto a la rama era mecánicamente débil y esto afectaría la retención de los mismos. También, si alguno de los frutos evaluados se desprendía de la rama, se sustituía por el fruto subsecuente.

Número de frutos cosechados

Se registró el número de frutos que se cosecharon en el 2012. Al final del crecimiento de los frutos del experimento se registró el número de frutos del 2013 de las plantas en evaluación para comparar ambos periodos. A los frutos colectados de ambas cosechas se les midió el largo y diámetro (mm), peso (g) de pulpa, el peso de semilla, el número de semillas y el diámetro del mesocarpio como caracterización morfológica.

Análisis estadístico

A los datos obtenidos se les aplicó análisis de varianza y comparación de medias por el método Tukey, $\alpha = 0.05$. También se realizó análisis de y comparación de muestras con la prueba de t. Para el crecimiento de frutos se calculó promedios y desviación estándar de largo y diámetro. Los promedios se ajustaron a un modelo polinomial de cuarto orden ($y = y_0 + ax + bx^2 + cx^3 + dx^4$). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

3.3.2. Frutos persistentes en ramas de zapote mamey, por sección y orientación en la rama.

Para contribuir al conocimiento sobre el efecto del raleo y determinar cuál es la mejor orientación y sección de la rama que se deben dejar los frutos al momento de ralear. Cada cuatro semanas se evaluó el número de frutos persistentes en el periodo de noviembre/2011 a diciembre/2012.

Establecimiento y diseño experimental.

Este experimento se estableció el 26 de noviembre. Se utilizaron árboles injertados de zapote mamey de siete años, y entre cinco y ocho metros de altura de las selecciones 'Ixca' y 'Magaña I'. Se seleccionaron 57 ramas al azar de los órdenes cuatro y cinco, independientes a la selección y se etiquetaron. Las ramas se midieron con cinta métrica y median en promedio 42 cm de largo, diámetro de 17 mm (se midió con Vernier digital), tenían 46 hojas y 1.59 m de altura (de la superficie del suelo al ápice de la rama). Posteriormente se dividió longitudinalmente la rama en cuatro

secciones, de adentro hacia afuera del árbol quedando de la siguiente forma: base, media, punta; y la parte final de la rama entre las hojas, tal y como lo muestra la Figura 3. Se realizó diseño completamente al azar, donde la unidad experimental consistió en una rama.

Manejo de la plantación

El manejo de la plantación fue de acuerdo al productor. Éste consistió en riego por inundación dos veces por semana y en el periodo de sequía tres veces por semana y fertilización mensual con 200 g por planta de 17-17-17 (N-F-P). Se observaron ácaros pero no afectó el desarrollo del experimento y no tuvo que aplicarse ningún acaricida.

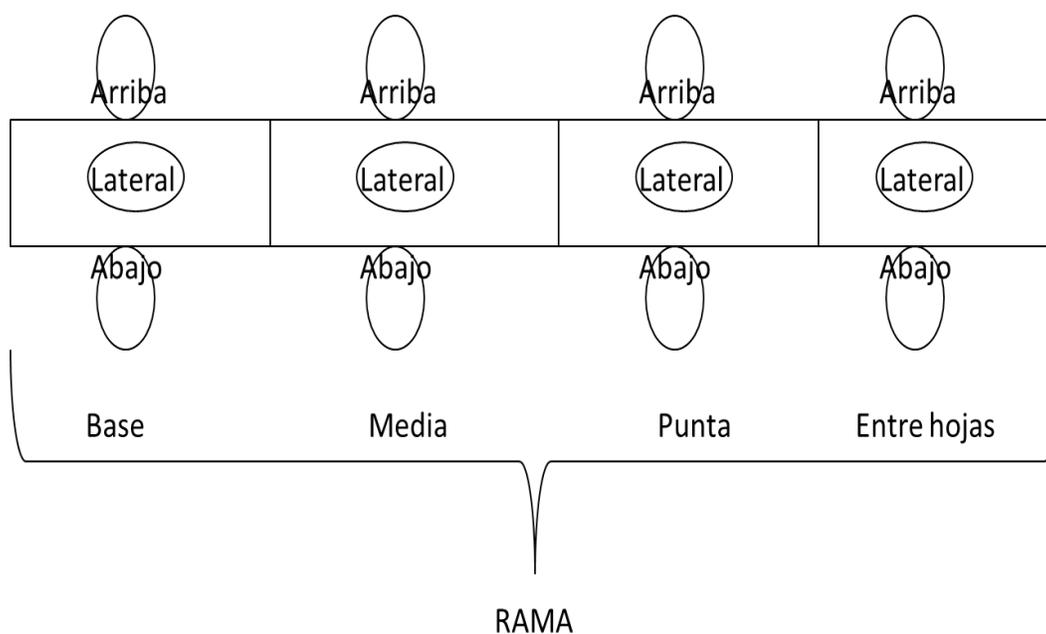


Figura 3. Representación del seccionamiento de la rama y como se evaluó la posición y sección del fruto.

Variables evaluadas

Número de frutos persistentes (NFP)

Se evaluó el número de frutos que persistieron en cada rama por sección en la que se dividió la misma y por orientación: por orientación como se muestra en la Figura 3. Inicialmente se realizó cada semana, y después cada mes. Finalmente solo se consideraron 14 evaluaciones mensuales (una por cada mes que duró el experimento).

A los frutos cosechados se les registro largo y diámetro (mm), peso de pulpa, peso de semillas y número de semillas y grosor del mesocarpio como caracterización morfológica.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizó análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, 0.05) con un diseño experimental completamente al azar e n varias fases por rama, por sección y por orientación. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

3.3.3. Amarre de frutos en ramas de diferente orden de crecimiento

Establecimiento y diseño experimental.

Se estableció el 26 de noviembre en parcela 2. Se utilizaron plantas injertadas de zapote mamey de siete años, entre cinco y ocho metros de altura de las selecciones 'Ixca' y 'Magaña I'. Se marcaron 4 ramas de cada árbol considerando lo siguiente: después el tronco del árbol (el eje principal u orden 0), se utilizó como primer orden las

ramas que emergen de él, el segundo orden las ramas que emergen del primero, el tercero de las ramas que emergen del segundo, las del cuarto las que emergen del tercero y las del quinto las que emergen del cuarto tal y como lo señalan Lindorf *et al.* (1991) y como se muestra en la Figura 4. A pesar de que los órdenes fueron marcados y evaluados de la forma anterior, para el análisis estadístico se consideró que se realizara en forma inversa; esto es, de afuera hacia adentro como lo indica la figura 5. Lo anterior para homogenizar los órdenes de las ramas, por edad. Además, solamente se presenta la información de los órdenes 1, 2 y 3 (de afuera hacia adentro) ya que los otros ordenes no presentaron frutos.

Variable evaluada

Número de frutos persistentes

Para conocer la capacidad de la planta y de sus ramas en el amarre de frutos en cada orden se evaluó cada cuatro semanas en el periodo de noviembre/2011 a diciembre/2012 (14 evaluaciones).

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se aplicó análisis factorial 2x4 con diseño experimental completamente al azar. La unidad experimental fue cada orden de la rama. La comparación de medias se realizó con la prueba Tukey al nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Los análisis se hicieron con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

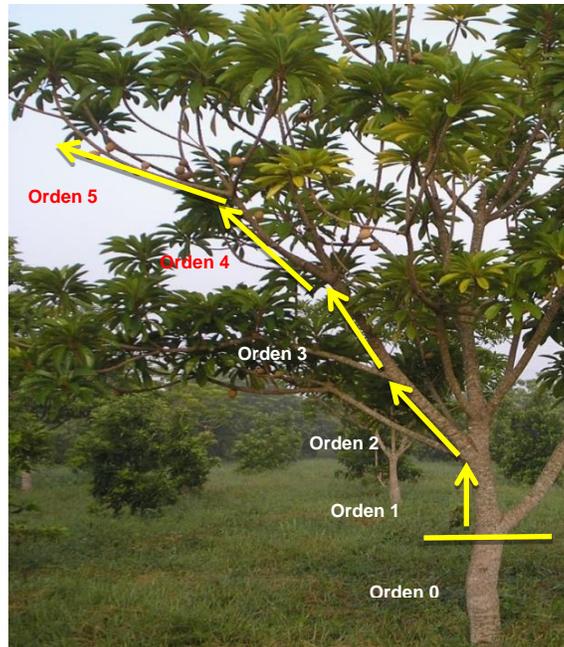


Figura 4. Posición y numeración de los órdenes en una planta de zapote mamey.

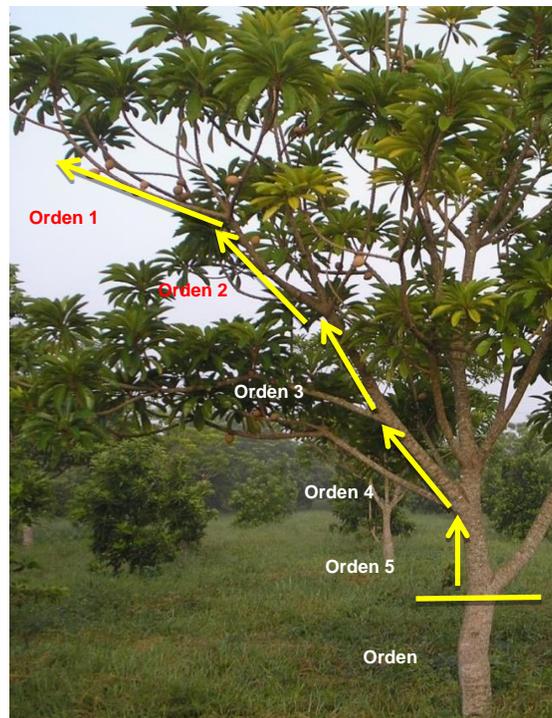


Figura 5. Clasificación inversa de los órdenes de las ramas para análisis estadístico.

3.3.4. Raleo de flores en zapote mamey.

Establecimiento y diseño experimental

Se estableció el 10 de agosto de 2012. Se realizó en las parcelas I y II y se utilizaron árboles de las selecciones 'Magaña I' (de las dos parcelas), 'Nidito de amor', 'Danny', Alfonso 22' e 'Ixca'; el raleo se aplicó a ramas diferentes del mismo árbol de los órdenes cuatro y cinco.

Se utilizaron seis árboles de cada selección. De cada uno se seleccionaron seis ramas, se marcaron y midieron con cinta métrica en largo (promedio de 160 cm), el diámetro basal con vernier digital (promedio 18 mm) y se contaron el número de hojas (promedio 42). Posteriormente, cada rama se marcó a la mitad, se raleo en su totalidad la fracción de la rama hacia el ápice y en la fracción hacia la base de raleo dejando cuatro inflorescencias, lo anterior solamente para cinco árboles y para homogenizar el raleo las ramas restantes también fueron raleadas de la misma forma. El árbol seis no se raleo y fue el que se usó de testigo. A todas las ramas se les colocó una maya con el fin de proteger a las flores (Figura 6).



Figura 6. Forma en la que se colocó la maya para proteger las flores de las ramas raleadas.

Variables evaluadas

Número de flores por inflorescencia

Se contó el número de flores en cada nudo de las seis selecciones al momento de realizar el raleo.

Cantidad de flores eliminadas por planta

Se registró el total de las flores que se retiraron por planta.

Número de flores y frutos persistentes después del raleo de flores

Se evaluó el número de flores que persistieron cada mes (de Agosto/2012 a Febrero/2013) por rama, para observar el efecto del raleo de flores de zapote mamey y posteriormente el número de frutos que amarraron.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizó promedios y desviaciones estándar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ensayo I

Número de frutos raleados

Se contaron los frutos raleados en las plantas de zapote mamey, en promedio a cada planta se le retiraron: 'Nidito de amor' 473 (ee129.93), 'Alfonso 22' 240 (ee 95.96), 'Dany' 227 (ee 40.67) y 'Magaña I' 153 (ee 50.77). La selección que poseía mayor número de frutos 'Nidito de amor' que 'Magaña I' y por tanto estaba teniendo mayor gasto de asimilados para la retención de frutos. Es la primera vez que se cuenta el número de frutos por árbol injertado en zapote mamey de 8 años, y da idea de la cantidad de frutos que persisten después de la primera caída (de flor a fruto < de 1 cm de diámetro). El raleo de frutos contribuyó a la reducción de competencia de hidratos de carbono y por lo tanto mejora la fruta en términos de contenido de sólidos solubles, firmeza y formación de antocianina como sucedió en manzana (Horscroft y Sharples 1987). Jackson (1989) también menciona que en manzana mejora la calidad y parecen ser el resultado de la reducción de la competencia por asimilados entre frutos y esto permite mayor amarre.

Número de frutos persistentes

El de raleo en zapote mamey no se realiza y en consecuencia no existe información o investigación realizada sobre el tema. Las plantas injertadas de zapote mamey que se utilizaron en esta investigación no habían sido sometidas a raleo. Davie y Stassen (1997) mencionan que en mango ('sensación') los árboles que no han sido raleados y producen gran cantidad de frutos en un ciclo anterior serán los que pierdan

mucho más frutos al siguiente año que los árboles que fueron raleados y esto reduce los rendimientos a niveles por debajo del cual el árbol es capaz de soportar; probablemente pueda estar pasando con zapote mamey. Además de que esta especie concuerda con lo mencionado por Queller (1985) en donde en un ciclo reproductivo, las plantas producen más flores que posiblemente podría tener como fruta madura y el comportamiento de zapote mamey es parecido con esto.

La caída de frutos se caracterizó con el análisis en la persistencia en cada tratamiento. Ésta se dividió en dos etapas. La primera ocurrió desde el inicio del experimento hasta los siete meses después (Nov/2011 a Mayo/2012) y presentó tendencia lineal y caída significativa de frutos. En la segunda etapa (Junio /2012 a Febrero/2013) no hubo caída significativa (Cuadro 1). Lo anterior se puede deber a que crecen de manera simultánea frutos de dos ciclos, el del año anterior (2010-2012) y el del ciclo evaluado (2011-2013) y así sucede todos los años, incluidos los de alta y baja producción. Es importante señalar que esta situación (flor y fruto de ciclos diferentes) no se presenta en frutales que son raleados a escala comercial (uva, manzano, durazno) y podría ser utilizado como modelo de estudio de este proceso. En el cultivo de mamey, las ramas presentan etapas fenológicas al mismo tiempo, así como excesiva fructificación. Algunos árboles de durazno son sensibles a alternancia y esto se atribuye al agotamiento de nutrientes y carbohidratos durante una temporada con carga excesiva, provocando que reduzcan sus reservas y buen funcionamiento para la temporada siguiente (Casierra-Posada *et al*, 2007).

Los tratamientos presentaron la misma tendencia, pero con diferente tasa de caída por evaluación, representada por la pendiente (Figura 6). En el testigo se observó que los frutos cayeron rápidamente, en comparación con los demás tratamientos. Por ejemplo, al llegar a la evaluación 7 (Mayo/2012) la tendencia en la persistencia de frutos entre tratamientos fue igual, y a partir de esa fecha la persistencia fue constante. En el testigo donde hubo mayor número inicial de frutos se observó que en la etapa de crecimiento exponencial (de feb a junio 2012), los frutos se aglutinan unos con otros y ocasionan su caída, y en parte eso explica la caída acelerada (Figura 7).

Cuadro 1. Valores del intercepto y pendiente de las ecuaciones lineales que describen la persistencia de frutos de siete tratamientos de raleo de zapote mamey en dos etapas.

Tratamiento	Evaluación 1 a la 7 (Nov 11/ May 12)				Evaluación 7 a la 17 (May 12/ Feb 13)				
	N° de frutos/rama	Intercepto	Pendiente	R2	CV	Intercepto	Pendiente	R2	CV
1		0.96 *	0.07 *	0.84	12.36	0.49 NS	0	0.15	4.8
2		2.08 *	0.14 *	0.95	5.7	1.19*	0	0.81	2.81
3		3.19 *	0.34 *	0.96	8.75	0.87*	0	0.75	8.49
4		4.07 *	0.42 *	0.95	9.75	1.32 NS	0.01	0.31	10.24
5		5.17 *	0.5 *	0.96	7.57	1.99 *	0	0.9	4.36
6		6.27 *	0.67 *	0.97	7.69	1.97 *	0.01	0.76	9.32
Testigo		14.62 *	1.87 *	0.98	8.92	2.01 *	0	0.83	5.6

* Diferente de cero a una probabilidad de 0.05.

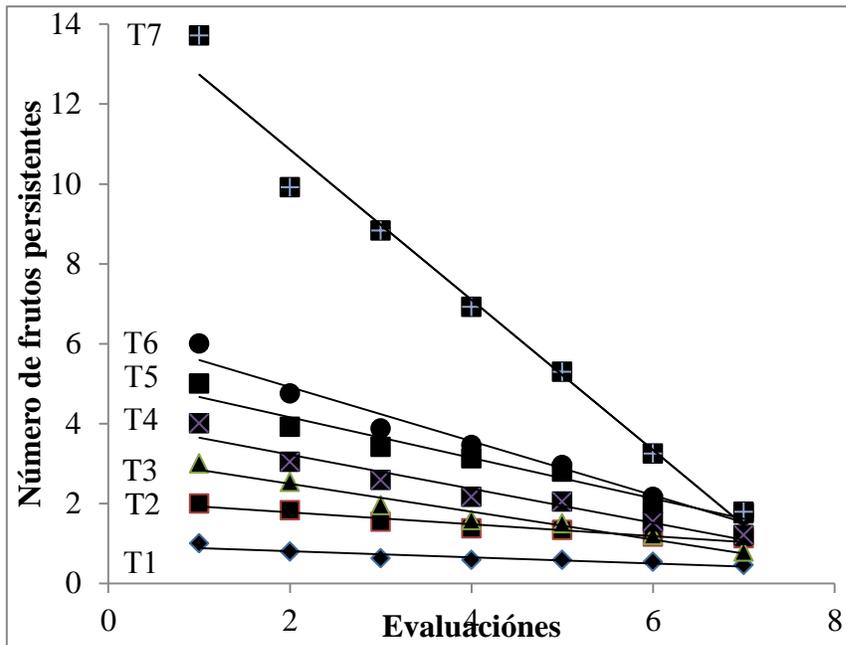


Figura 6. Número de frutos persistentes en seis tratamientos de raleo (1 a 6 frutos por rama, T1-T6) y un testigo promedio de cuatro selecciones.



Figura 7. Rama sin raleo frutos de diversos tamaños.

Al inicio del experimento, las ramas testigo tenían al menos el doble de frutos que cualquier tratamiento de raleo (Figura 6), y al final del mismo, únicamente hubo diferencias estadísticas con los tratamientos de mayor intensidad de raleo (1 y 3 frutos por rama) (Figura 8). En el testigo permanecieron mayor número de frutos, esto difiere con lo reportado por Yeshitela *et al.* (2004) en mango, donde cuando se dejó mayor cantidad de fruta hubo menor porcentaje de amarre y al dejar un fruto por panícula y eliminación de 50% de las panículas resultó en un incremento de fruta retenida en 27%. El hecho de que en el testigo hubiera mayor abscisión, podría estar relacionada con la competencia de fotoasimilados ya que al haber mayor número de frutos la competencia aumenta, comparado con los tratamientos con menos frutos. Es probable que el efecto de raleo se podría observar en años posteriores.

La figura 1 muestra que la mayor caída de fruta se presentó en el tratamiento cinco, seis y siete frutos, por lo que aun cuando hay más frutos por rama, la caída de frutos significa que hubo mayor gasto de energía, se esperaría que donde hay menos gasto la planta tiene que cargar más en años posteriores. Ya que el alto poder de atracción de fotosintatos ejercido por los frutos que quedan en el árbol después del raleo, tienen menor competencia entre ellos por fotoasimilados, lo que resulta en un incremento en el contenido de sólidos solubles en el caso de frutos de duraznero (Casierra-Posada *et al.*, 2007).

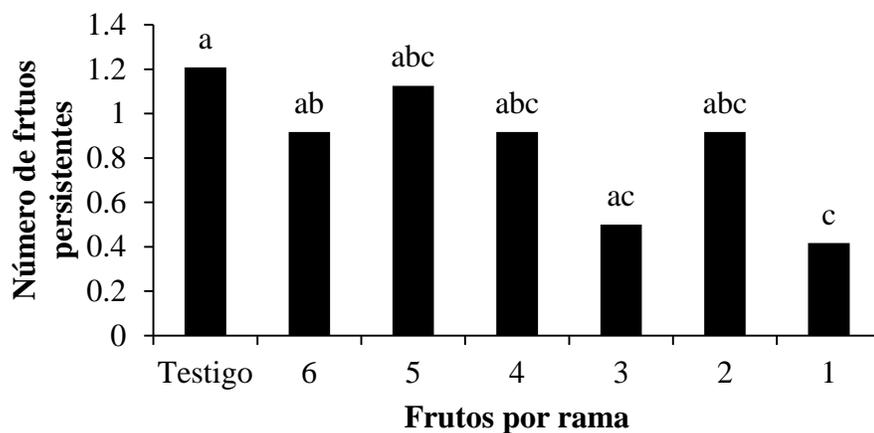


Figura 8. Número de frutos persistentes en seis tratamientos de raleo (1 a 6 frutos) y el testigo. Resultados de la última evaluación (Feb/2013). Promedio de cuatro selecciones. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

En relación a las selecciones, el número de frutos persistentes al final del experimento, fue estadísticamente mayor en ‘Dany’ que en ‘Magaña I’, pero ‘Nidito de amor’ y ‘Alfonso 22’ no presentaron diferencias estadísticas con las selecciones antes mencionadas (Cuadro 2). Sin embargo, al no considerar el testigo las selecciones muestran igual comportamiento en número de frutos persistentes. Recordemos que ‘Dany’ produce frutos pequeños de 350 g (Ledesma *et al.*, 2011), comparados con las demás selecciones que van desde 500 a 600 g. Siendo así, podemos mencionar que el efecto del raleo sobre esta selección puede deberse al tamaño de los frutos.

Es importante mencionar que el número de frutos que persistieron podría ser efecto confundido con mal raleo, ya que no se conoce con exactitud la forma de que frutos se deben ralear, es decir, en que sección y orientación se deben dejar. Si se

aplicara el raleo en ciclos de producción posteriores pudiéramos obtener mejores plantas ya que el gasto de energía sería menor al reducir el uso de fotoasimilados. Hay que destacar que esta especie está en proceso de domesticación como monocultivo por lo que se debería continuar con el estudio.

Cuadro 2. Número de frutos persistentes en cuatro selecciones de zapote mamey, en tres etapas fenológicas.

Selección	Evaluación 1 Fruto canica	Evaluación 7 Final de caída de fruto	Evaluación 17 Inicio de cosecha
'Dany'	4.52 a	1.43 a	1.19 a
'Alfonso 22'	5.88 a	1.40 a	0.86 ab
'Nidito de amor'	5.07 a	1.38 a	0.86 ab
'Magaña I'	4.36 a	0.83 a	0.52 b

Evaluación 1 (Noviembre 2011), evaluación 7 (Mayo /2012) y evaluación 17 (Febrero/2013). Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes para la misma fecha de evaluación (Tukey, 0.05).

Cinética de crecimiento de los frutos

El crecimiento de frutos fue de forma sigmoïdal en todas las selecciones, pero con diferente periodo a cosecha. 'Magaña I' requirió de 413 días (días después de antesis), mientras que en 'Nidito de amor', 'Dany' y 'Alfonso 22', requirieron de 497 días. La tendencias son similares a lo reportado por Arenas-Ocampo *et al.* (2003) y Alia-Tejagal *et al.* (2004). Sin embargo, se observó una etapa crecimiento exponencial de nov/2011 a jun/2012 y otra continua de jul/2012 a feb/2013 (Figura 9, 10, 11 y 12).

El fruto presentó mayor diámetro que largo en las primeras cuatro evaluaciones, y después ocurrió lo contrario ya que el crecimiento a lo largo del fruto fue mayor hasta la última evaluación. Sin embargo, a diferencia de Arenas-Ocampo *et al.* (2003) quienes reportaron que 120 días después de anthesis los frutos alcanzaron seis y cuatro cm de diámetro y largo respectivamente, en este caso los frutos alcanzaron esas dimensiones en 287 días. El comportamiento del crecimiento del diámetro difiere a lo reportado por Sandoval *et al.* (2006), quienes indican que la dominancia del diámetro en zapote mamey dura de ocho a nueve meses y después de este periodo el fenómeno se invierte. Sin embargo, esto podría deberse a las condiciones ambientales del lugar, la forma del fruto de acuerdo a los genotipos utilizados (Espinosa *et al.* 2005). El periodo de mayor crecimiento del fruto coincide con el periodo de cosecha de los frutos en madurez fisiológica (Gaona *et al.*, 2005) y con la presencia de hojas maduras que son fotosintéticamente activas, lo cual aumenta la disponibilidad de carbohidratos para el crecimiento del fruto joven (Jackson y Looney, 1999).

Las selecciones presentaron diferentes tamaños de fruto a la cosecha (Figura 3). Los valores del tamaño de frutos en las selecciones fueron; 'Magaña I' con longitud de 139 mm y diámetro de 89.53 mm; 'Nidito de amor' con 112.26 y 69.3 mm; 'Dany' con 128.88 y 83.67 mm y 'Alfonso 22' con 147.79 y 86.06 mm. Los valores reportados en este experimento son menores que los indicados por Alia-Tejacal *et al.* (2004) quienes evaluaron frutos de materiales provenientes de semilla en Coatlan del Rio, Morelos y reportaron tamaños de 160 mm en largo y entre 71 y 109 mm de diámetro. Carrara *et al.* (2002) evaluaron materiales de mamey durante tres años y encontraron variación en

las dimensiones de los frutos, y concluyeron que estas características son afectadas por el ambiente.

El periodo de crecimiento de los frutos de mamey desde floración hasta cosecha varía de 18 a 22 meses. Según Villanueva-Arce *et al.* (2000) y Arenas-Ocampo *et al.* (2003), los frutos de zapote mamey se cosechan después de 400 y 442 d a partir de la floración. Sin embargo, cabe mencionar que cuando los frutos dejan de crecer no se pueden cosechar, ya que no alcanzan su madurez fisiológica. El periodo de mayor crecimiento del fruto coincide con el periodo de cosecha de los frutos en madurez fisiológica (Gaona *et al.*, 2005) ocurrió de marzo a junio (en las evaluaciones 146 a 245 días). A pesar de que todos los frutos tienen crecimiento sigmoideal, cada selección muestra comportamiento diferente. Esto puede ser influenciado por la forma de los frutos. Las selecciones 'Magaña I' y 'Alfonso 22' presentan periodo de crecimiento a lo largo del fruto más rápido que en las demás selecciones. 'Alfonso 22' fue el fruto más alargado y 'Dany' el más redondo.

Número de frutos cosechados

En el cuadro 3 se muestran los frutos cosechados en dos ciclos, uno sin raleo 2012 y otro con raleo 2013. El número de frutos colectados en 2013 fue mayor. Sin embargo, también se puede mencionar que probablemente presentó alternancia. Los frutos del ciclo anterior al raleo se cosecharon en los meses de marzo ('Magaña I'), mayo ('Nidito de amor'), abril ('Dany' y 'Alfonso 22'). En el ciclo del raleo, las selecciones que cambiaron el mes de cosecha fueron 'Magaña I' y 'Nidito de amor'

cosechándose un mes antes que el año anterior, pudiendo ser esta una respuesta al raleo de frutos. Las selecciones ‘Dany’ y ‘Alfonso 22’ se cosecharon en el mes ya mencionado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de frutos cosechados por planta y época de cosecha en dos periodos (2012 sin raleo y 2013 con raleo, cantidad promedio de frutos en seis plantas.

Selección	Frutos 2012	Desviación estándar	Mes de cosecha	Frutos 2013	Desviación estándar	Mes de cosecha
‘Magana l’	25	4.64	Marzo	39	17.24	Febrero
‘Nidito de amor’	19	10.95	Mayo	73	35.64	Abril
‘Dany’	37	35.90	Mayo	136	34.28	Mayo
‘Alfonso 22’	7	11.65	Abril	19	10.90	Abril
n=24	n=22	21.51		n=66	51.75	

Las selecciones requieren de diferente tiempo para que los frutos puedan ser cosechados, esto se debe a la época de floración y en consecuencia de antesis (de junio a agosto) que en todas las selecciones es diferente.

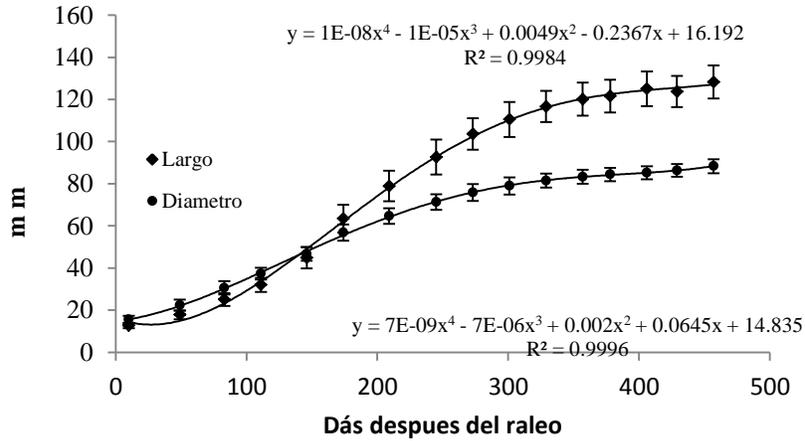


Figura 9. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013) selección 'Magaña I', Alpoyecá, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.

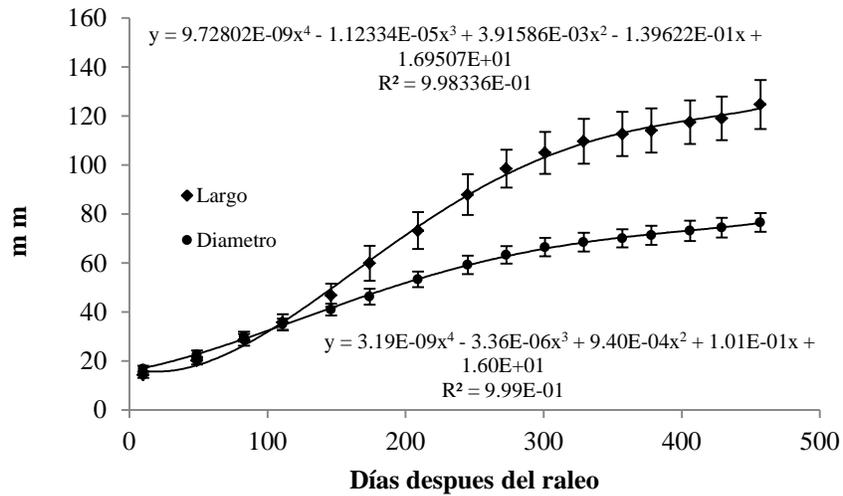


Figura 10. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013) selección 'Nidito de amor' en Alpoyecá, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.

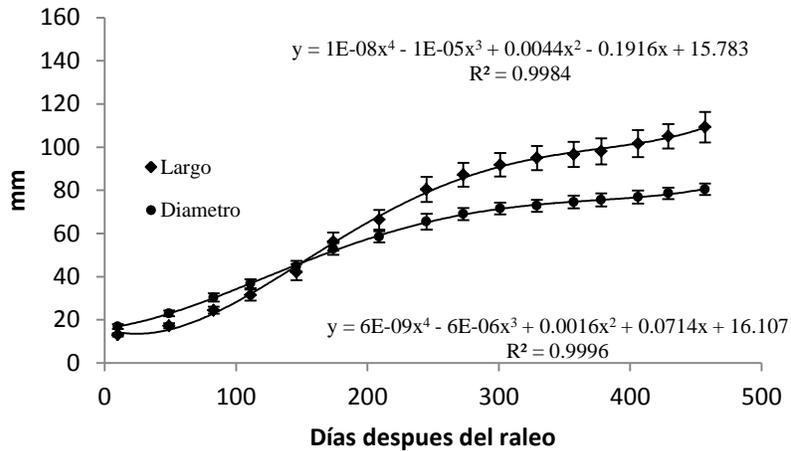


Figura 11. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013 selección) ‘Dany’, Alpoyecá, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar.

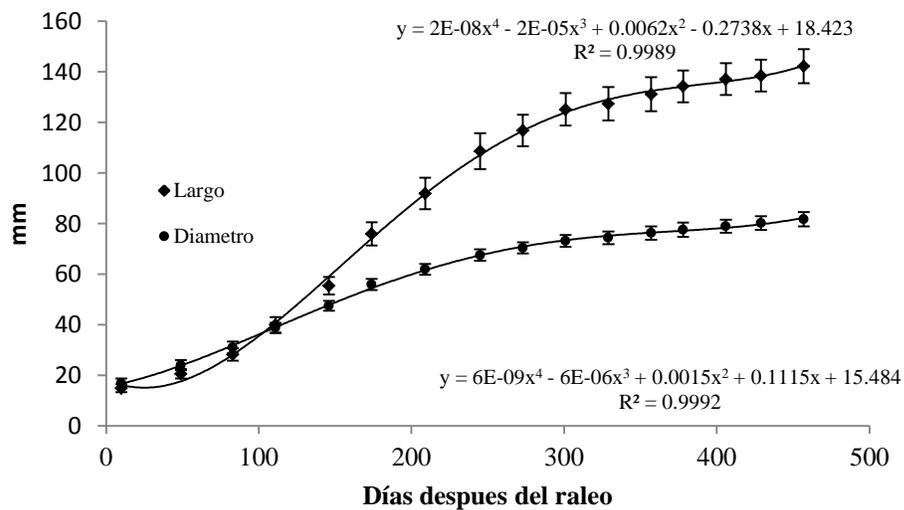


Figura 12. Cinética del crecimiento en frutos de mamey (diciembre 2011 a enero de 2013 selección) ‘Alfonso 22’ en Alpoyecá, Gro. Las barras verticales representan la desviación estándar. n= 6 ramas.

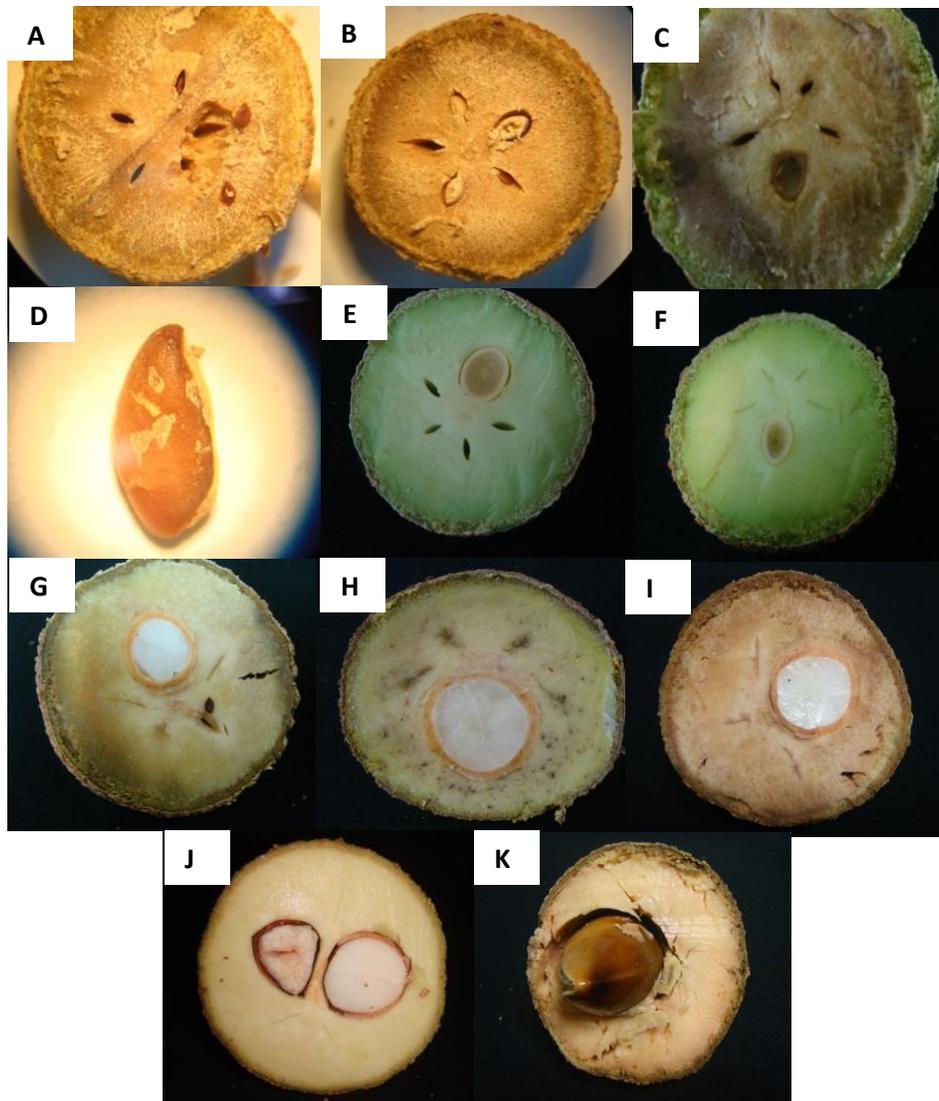


Figura 13. Secuencia del endurecimiento de la testa en semillas de la selección 'Magaña: A) noviembre 2011, B) diciembre, C) enero 2012, D) febrero, E) marzo, F) abril, G) mayo, H) junio, I) julio, J) agosto, K) septiembre.

El crecimiento del fruto va ligado con el del embrión y los dos crecen de manera exponencial en la segunda etapa del desarrollo del fruto (elongación celular) (Dominguez *et al.*, 2008). El endurecimiento de la testa de la semilla se presentó en el mes de septiembre; cuando el crecimiento del fruto iniciaba a detenerse, ocurrió algo similar con las demás selecciones; sin embargo solo se presentan las imágenes de 'Magaña I' (Figura 13).

Las plantas de zapote mamey siempre están en constante actividad metabólica y en cada ciclo se presentan las etapas fenológicas, se encuentra floración, desarrollo de frutos, frutos terminales (a cosechar) y cambio de hojas en las ramas terminales sin defoliarse por completo (Figura 14), dado esta situación la especie presenta alternancia.

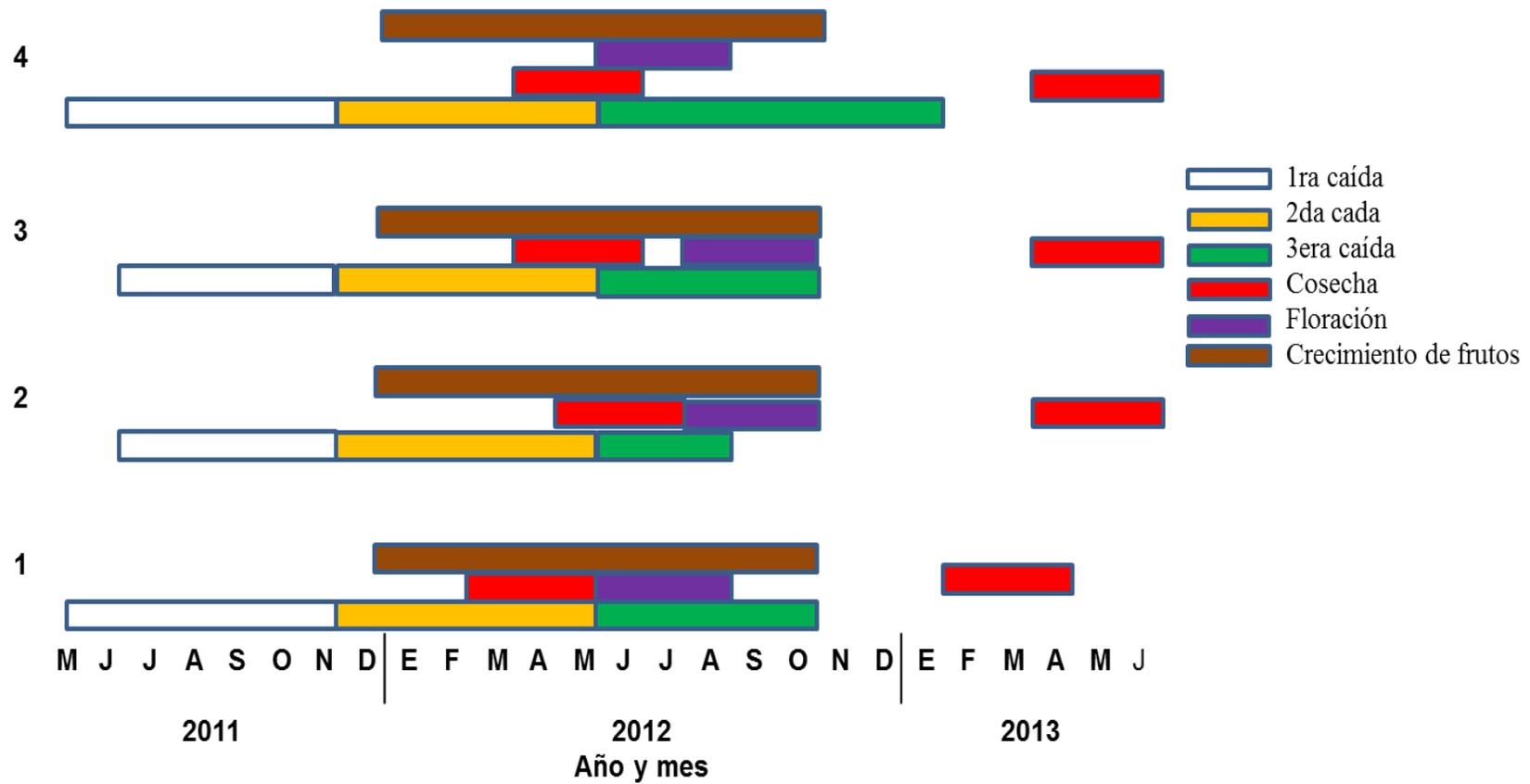


Figura 14. Principales etapas fenológicas de zapote mamey. 1) 'Magaña I', 2) 'Nidito de amor', 3) 'Dany', 4) 'Alfonso 22'.

Los frutos de las selecciones evaluadas se presentan en la figura 15. Estos fueron colectados en 2013 (ciclo del raleo). Los frutos poseen características diferentes, como color del epicarpio y forma. Se puede notar que los de mayor longitud son 'Alfonso 22', le sigue 'Nidito de amor' y con mayor diámetro 'Dany' seguido de 'Magaña I'.

En relación a las características del fruto los de 'Magaña I' alcanzaron pesos que variaron entre 197 y 673 g. de pulpa, y perdieron de madurez fisiológica a madurez de consumo hasta 89 g. 'Alfonso 22' por su parte logra de 280 g hasta 540 g y pierde hasta 38 g. 'Dany' alcanza de 201 a 407 g. de pulpa y pierde hasta 44 g y 'Nidito de amor' logra de 213 a 448 g. y pierde hasta 88 g de pulpa (Cuadros 1A, 2A, 3A y 4 del apéndice)

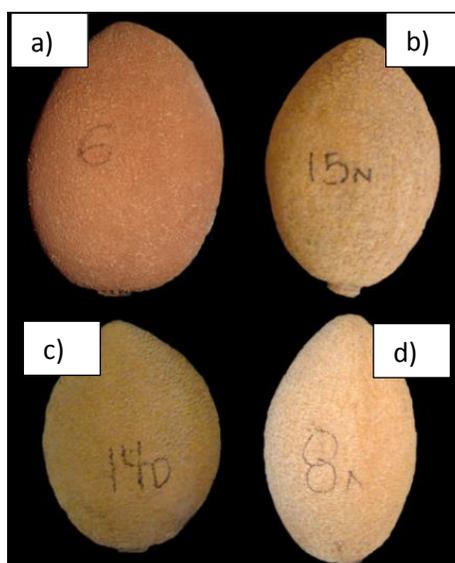


Figura 15. Forma de los frutos de las selecciones 'Magaña I' (a), 'Nidito de amor' (b), 'Dany' (c) y 'Alfonso 22' (d) de Alpoyeca, Gro. México.

4.2. Ensayo II

Número de frutos persistentes

En zapote mamey la floración es abundante y aunque se observan frutos pequeños estos caen aceleradamente, llegando así hasta la cosecha uno o cero frutos. Esto se puede deber a la competencia por carbohidratos por la excesiva floración y desarrollo de frutos pequeños (Gil-Albert, 1991).

El análisis realizado en frutos de dos selecciones en plantas injertadas de zapote mamey ('Magaña I' e 'Ixca'), en ramas sin tratamiento no se encontraron diferencias significativas, lo cual indica que el amarre de frutos entre las selecciones es igual (Figura 16). La selección 'Magaña I' fue generada en Yucatán e 'Ixca' en Guerrero, y por tanto se esperaba que la segunda tuviera mejores resultados por estar adaptada a esa región. Sin embargo, las condiciones ambientales pueden modificar el comportamiento de los genotipos (Espinosa *et al.* 2005).

En la Figura 17 se observa que la caída de frutos para ambas selecciones fue similar a la del experimento uno, en donde los frutos caen rápidamente durante los primeros meses (Nov/2011 a Abril/2012), estabilizándose a los 175 días después de establecer el experimento. Sin embargo, a partir de los días 112 después de iniciar el experimento el análisis de Tukey $\alpha=0.05$ indica que no hay diferencias en las siguientes evaluaciones. Antes de establecer el experimento ya se había presentado una primera caída de frutos, tal y como mencionan Domínguez *et al* (2008).

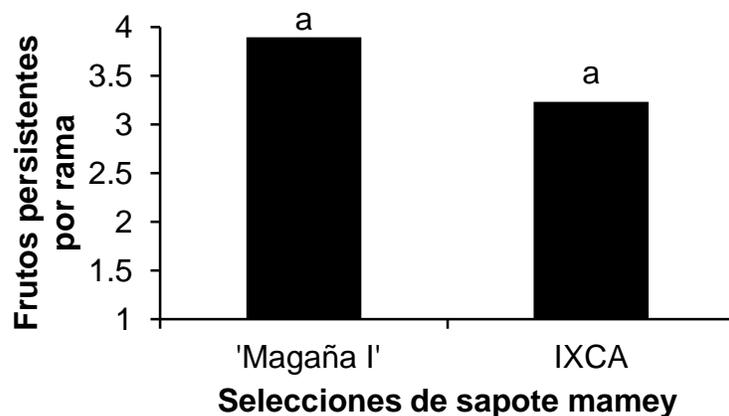


Figura 16. Promedio general del número de frutos persistentes por rama de dos selecciones de zapote mamey en Ixcateopan, Gro. México. (Nov/11- Dic/12). Valores con la misma letra en cada barra indican que son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).

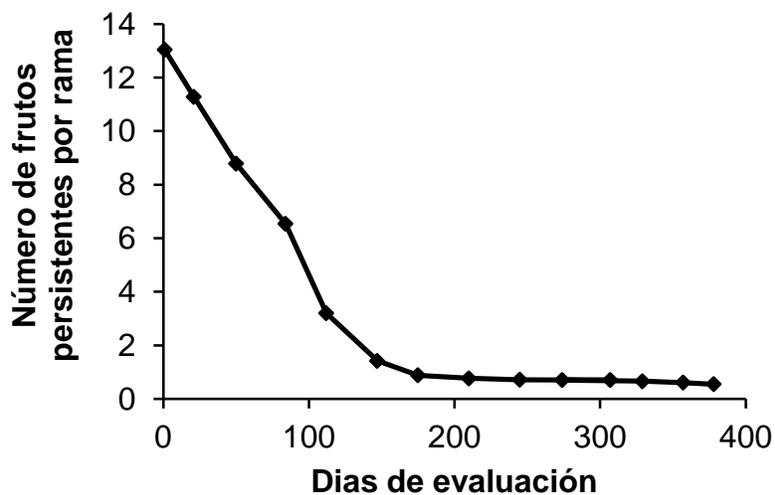


Figura 17. Promedio general de frutos persistentes en ramas de zapote mamey. Ixcateopan, Gro. México. Periodo de Nov/2011 a Dic/2012.

En estudio realizado por Domínguez *et al.* (2008) evaluaron la de abscisión de frutos en plantas provenientes de semilla. Los autores marcaron 100 frutos amarrados que en promedio median 9.78 mm de diámetro y 7.11 de longitud, en donde obtuvieron de 88% a 96% de abscisión. En el presente estudio se contabilizaron los frutos amarrados de 57 ramas cuando tenían de 11.6 mm de diámetro y 13.2 mm de longitud, y en las ramas se encontraron de 1 a 52 frutos. Al finalizar el experimento solamente 15 ramas tenían frutos, dichas midieron de 23 cm a 87 cm y se logró cosechar de 1 a 7 frutos.

Los frutos de zapote mamey se distribuyen en la rama con tres orientaciones: hacia arriba (con el pedúnculo en la parte superior de la rama), hacia abajo (con el pedúnculo en la parte inferior de la rama) y en las laterales (con el pedúnculo en la parte media de la rama entre la parte inferior y superior) (Figura 18).

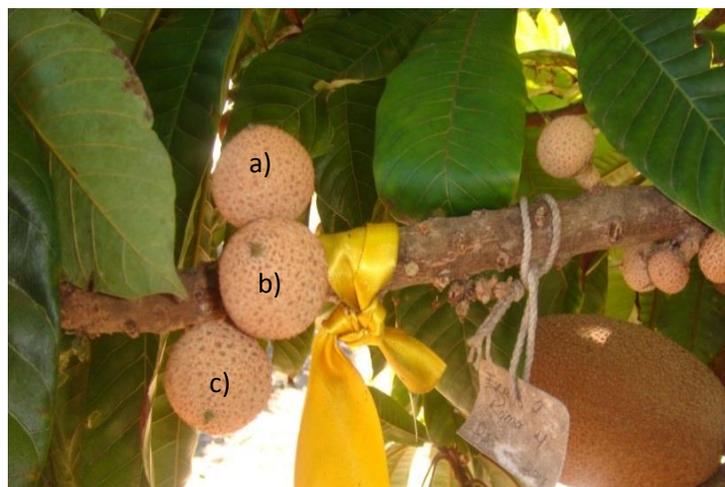


Figura 18. Rama de zapote mamey con frutos en tres orientaciones hacia a) arriba, b) en lateral y c) abajo.

Frutos persistentes según orientación

En la Figura 19 se observa la tendencia de persistencia en frutos según la orientación. A partir del día uno (inicio del experimento Nov/2011) se encontró diferencia significativa (Tukey, $\alpha=0.05$) en la persistencia de los frutos. Sin embargo, al día 84 ya no se encontraron diferencias entre las orientaciones. El número de número de frutos que se cosecharon fue 4 abajo (2.1%), 10 arriba (2.3%) y 19 lateral (6.4%). Los resultados del promedio general muestran diferencia estadística en las orientaciones quedando de mayor a menor, lateral, abajo y arriba. Hay que destacar que no se conoce la orientación en que normalmente persisten los frutos en mamey, ya que no se ha realizado este tipo de investigación. Por otro lado, se puede agregar en cuanto a lo observado, que los frutos que normalmente caen son los que se encuentran con orientación hacia arriba, esto pudiera deberse al aumento de peso del fruto y al encontrarse hacia arriba el pedúnculo del mismo no sea lo suficiente fuerte para soportarlo.

Frutos persistentes según sección de la rama

Las flores y los frutos de mamey se distribuyen en ramas de diferente longitud. También se encuentran en las axilas de las hojas que se localizan en la parte terminan de la rama (Figura 20).

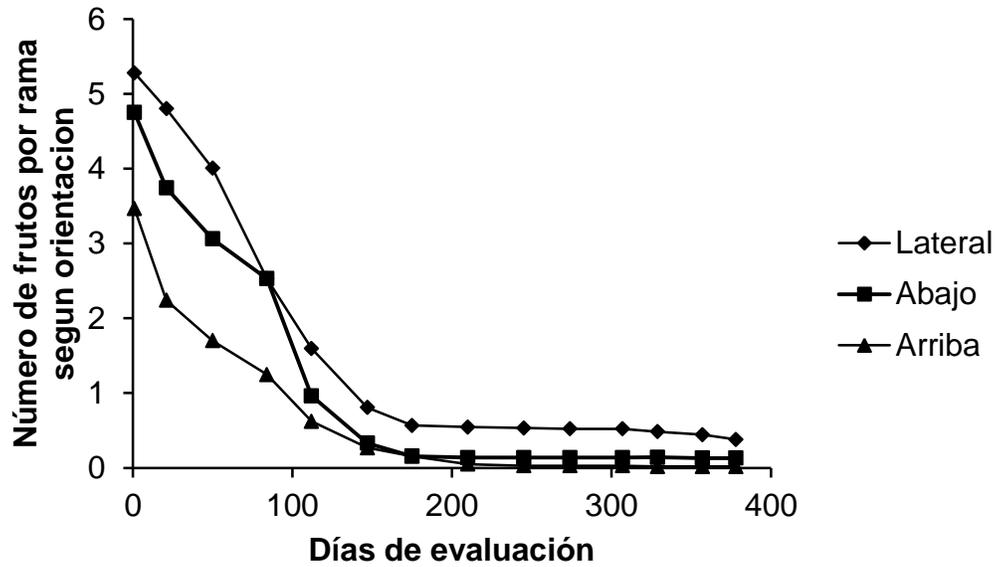


Figura 19. Promedio general de la persistencia de frutos por rama considerando la orientación del fruto en plantas de zapote mamey. Ixcateopan, Gro. México. Periodo de Nov/2011 a Dic/2012.



Figura 20. Frutos de zapote mamey distribuidos a lo largo de la rama. Ixcateopan, Gro. México.

El análisis de varianza, reveló diferencias estadísticas en la persistencia de frutos por sección en los primeros 112 días (Figura 21). Posteriormente, la persistencia de frutos no presentó diferencias. Sin embargo, el número de frutos que llegaron a

cosecha en cada sección de la rama fueron en base 11, media 12, punta 10 y entre hojas 0. Los frutos que cayeron primero (a los 21 días) fueron los se entraron entre las hojas. Probablemente porque la parte terminal de la rama está en crecimiento, ya que se ha observado que en ese tipo de ramas no amarran frutos. En el promedio general se encontraron diferencias estadísticas en el amarre de frutos en donde media y punta son iguales, base y entre hojas diferentes.

Este tipo de estudio permite conocer cómo se comportan las plantas en cuanto a la retención de frutos para esta especie. Conocer la sección de la rama donde dejar los frutos al raleo (Reginato *et al.*, 1995) es importante. Con esto podemos generar nuevos conocimientos e ideas para hacer uso del raleo en esta especie y obtener mejor producción y calidad.

Los frutos de las selecciones evaluadas en este experimento se presentan en la Figura 22. El número de semillas por fruto afecta la forma de los frutos, ya que al tener una semilla los frutos se observan alargados. 'Ixca' que solamente presento una semilla y los frutos tienen forma alargada. En contraste 'Magaña I' es semi-redonda y los frutos presentan de una a dos semillas (Cuadro 5 y 6 del apéndice). También, se presentan diferencias en longitud y diámetro, así como también características referentes a la semilla y peso de la pulpa. Los frutos de 'Magaña I' presentan de 191 a 720 g. de pulpa, y pueden llegar a perder de la madurez fisiológica a madurez de consumo hasta 84 g, en tanto que 'Ixca' logra de 246 g. hasta 606 g. y pierde hasta 60 g.

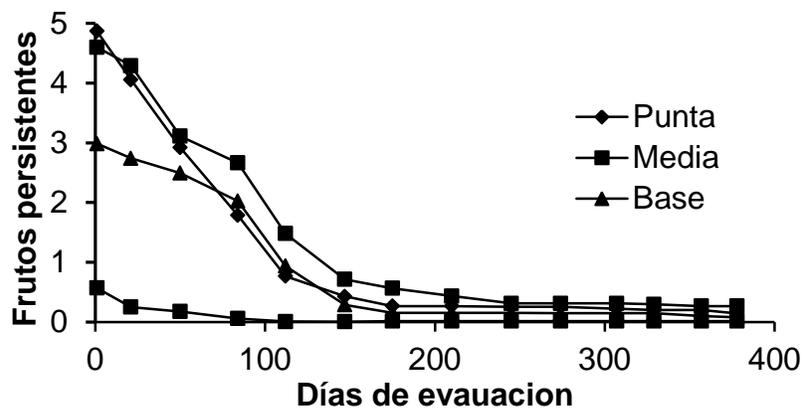


Figura 21. Promedio de frutos persistentes por sección de la rama en zapote mamey. Ixcateopan, Gro. (Nov/11-Dic/12).



Figura 22. Frutos de zapote mamey cosechados en el periodo de Nov/2011 a Dic/2012. Ixcateopan, Gro. México. a) 'Ixca', b) 'Magaña I'.

La caída de frutos se traslapa con el crecimiento del fruto y con etapas fenológicas que se presentan en la planta y es similar a las del experimento anterior (Ensayo 1) (figura 23). La selección 'Ixca' se cosecho en diciembre y la selección 'Magaña' en febrero ambas en el municipio de Ixcateopan, Gro. La selección 'Ixca' es considerada en el municipio como material de importancia ya que se cosecha antes que las demás selecciones.

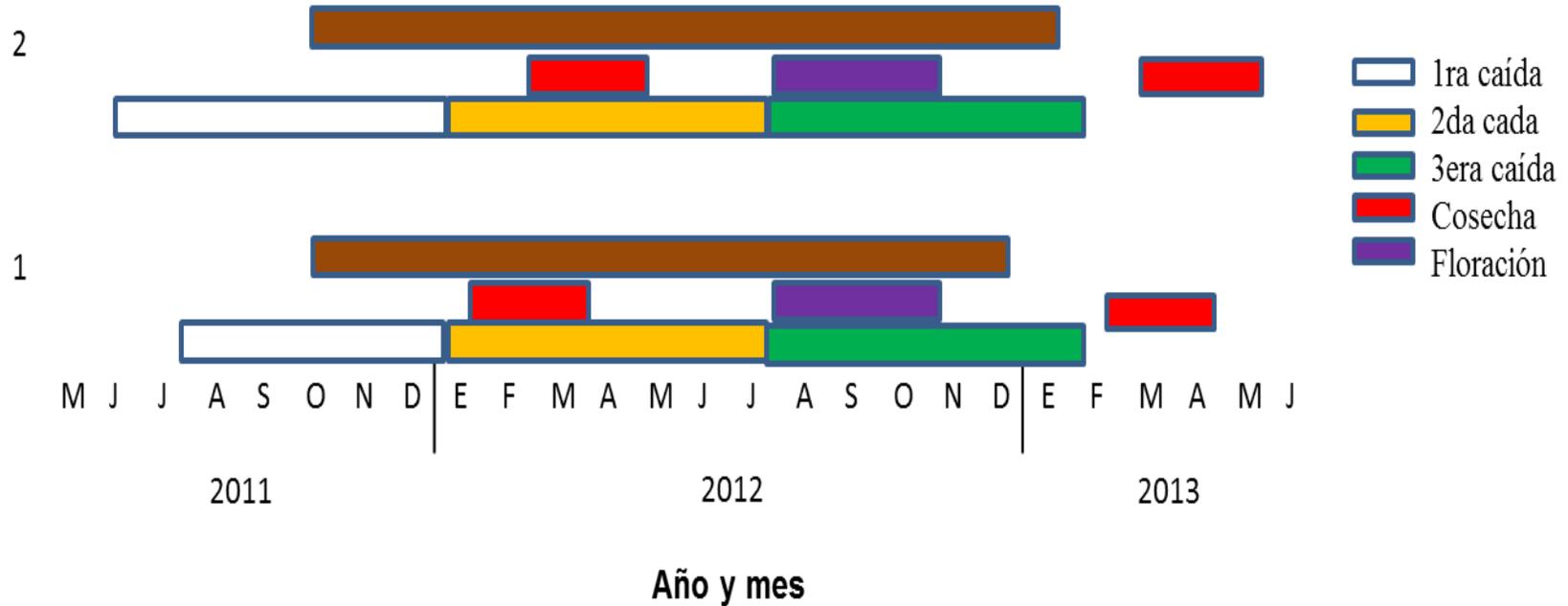


Figura 23. Comportamiento de las principales etapas fenológicas de zapote mamey, Ixcateopan Gro. México.. 1) 'Ixca' y 2) 'Magaña I'. Cada color representa una etapa fenológica:

4.3. Ensayo III

Frutos persistentes según el orden de crecimiento de la rama

Las plantas de zapote mamey generalmente son provenientes de semillas y llegan a alcanzar de 18 a 50 m de alto y diámetro de un metro o más (Morton, 1987). La poda en ramas de zapote mamey no es una práctica común. Sin embargo, para poder realizar esta práctica es necesario conocer detalladamente la forma de crecimiento de la copa y los tipos de ramas que conforman su estructura, para establecer prácticas culturales relacionadas con la conducción y poda (Avilán *et al.*, 1995). Por ello, en este ensayo se evaluó el número de frutos persistentes en diferentes órdenes de crecimiento.

En las selecciones se encontraron diferencias estadísticas (Tukey, $\alpha=0.05$) por lo que la persistencia de frutos fue diferente (Figura 24). La evaluación 1 (al inicio del experimento) no tuvo diferencias estadísticas, en la evaluación 7 (mitad del experimento) y hasta finalizar el experimento se encontraron diferencias estadísticas. 'Magaña I' fue la selección que retuvo mayor número de frutos en comparación con 'Ixca'.

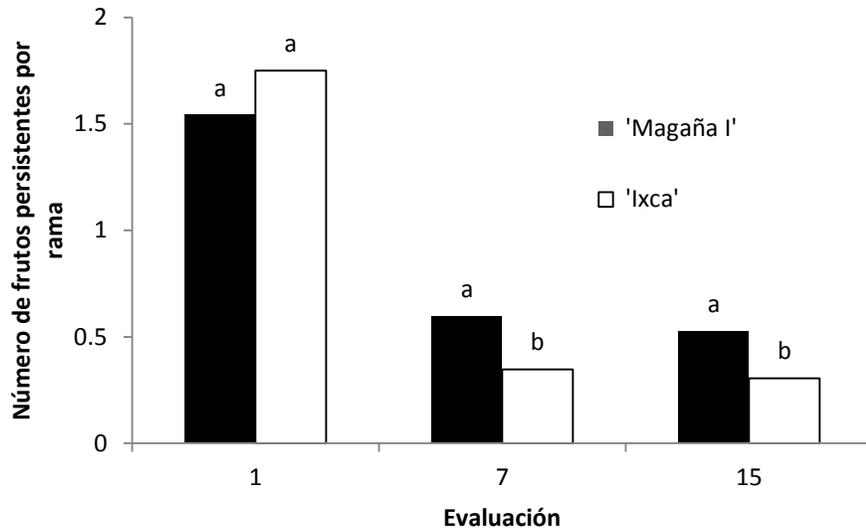


Figura 24. Promedio general del número de frutos persistentes por orden de rama en dos selecciones de zapote mamey, Ixcateopan, Gro. México. Medias con la misma letra en la barra, indican que no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Como se mencionó en el capítulo anterior (materiales y métodos) para el análisis de frutos persistentes por orden de crecimiento de la rama, solamente se consideraron los órdenes 1, 2 y 3 ya que no se encontraron frutos en los demás órdenes. Los resultados del análisis mostraron diferencia significativa en el orden de crecimiento dos y tres, en el primer orden persisten mayor número de frutos (figura 25). Este tipo de ramas tienen aproximadamente de tres a cuatro años.

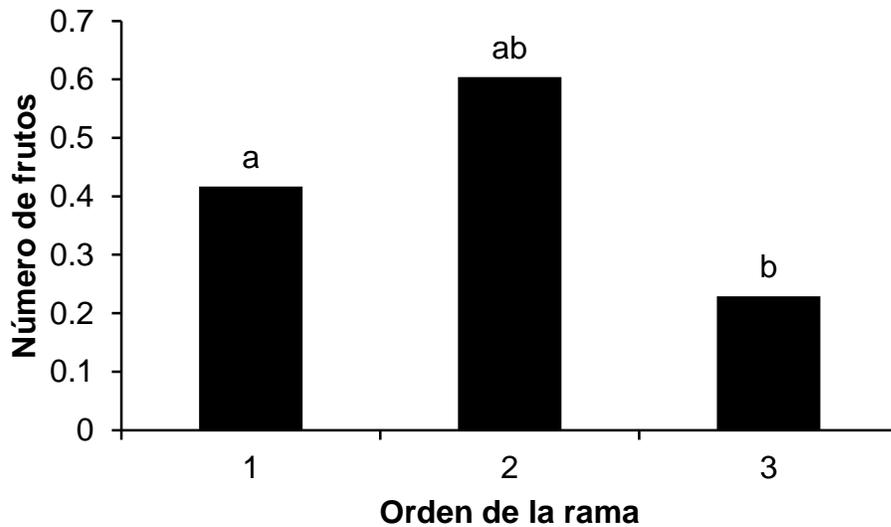


Figura 25. Número de frutos persistentes en ramas de diferente orden de crecimiento.

Medias con la misma letra en la barra, no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha= 0.05$)

En el análisis estadístico se encontró diferencia en persistencia de frutos por selección. ‘Magaña I’ demostró caída lenta que se estabilizó hasta la evaluación nueve (julio de 2012). ‘Ixca’ lo hizo de manera rápida y se estabilizó en la evaluación seis (Abril) (Cuadro 4).

La poda en este frutal para controlar el tamaño de los árboles es prácticamente nula. Basada en los resultados obtenidos podemos iniciar la aplicación de poda para mantener el porte de los árboles. La poda en zapote mamey ocurre como en mango, donde los productores de mango en Nayarit, se limita a eliminar ramas bajas y enfermas. Sin embargo, no eliminan el problema del alto porte de los árboles, ni impide que con el paso del tiempo la copa de los árboles se junten y que posteriormente se

entrecrucen, teniendo los huertos sombreado excesivo, lo que reduce el rendimiento. Debemos considerar dos aspectos importantes a considerar antes de realizarla poda, la época e intensidad que debe realizarse (Vázquez-Valdivia, 2009). Además, mediante la poda es posible controlar el tamaño de los árboles, manteniendo altura y diámetro de la copa del tamaño deseados y facilitar la de cosechar frutos.

Cuadro 4. Persistencia de frutos en dos selecciones de zapote mamey, Ixcateopan, Gro. México.

Evaluación	'Magaña I'	Tukey $\alpha=0.05$	'Ixca'	Tukey $\alpha=0.05$
1	1.55	A	1.61	A
2	1.54	A	1.51	B
3	1.31	B	1.43	B
4	1.27	BC	1.27	C
5	1.26	BC	1.27	C
6	1.26	BC	1.15	D
7	1.23	BC	1.14	D
8	1.22	BC	1.14	D
9	1.21	C	1.13	D
10	1.21	C	1.13	D
11	1.21	C	1.13	D
12	1.20	C	1.13	D
13	1.20	C	1.13	D
14	1.20	C	1.12	D
15	1.20	C	1.12	D

Valores con la misma letra por columna indican que son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).

4.4. Ensayo IV

Número de flores por inflorescencia

En las selecciones evaluadas se observó que la floración se concentra en ramas terminales, es decir en ramas de dos a tres años y las flores se ubican a lo largo de la rama en las cicatrices axilares de las hojas y entre nudos. La floración más intensa se observó de julio a agosto 2012 tal y como lo menciona Ibarra (2005), situación similar la con la que indican Gazel-Filho (2000) quien indico qué en Costa Rica el mamey florecen de julio a octubre. Sin embargo, en un estudio realizado por Dominguez *et al.* (2008) indican que la floración más intensa en Alpoyecá, Gro., se presenta de abril al mes de agosto, donde se presenta el amarre de frutos y una segunda floración de octubre a enero en los cultivares 'Pardo II' y 'Pardo IV'.

En las selecciones evaluadas se observó diferente número de flores por cada inflorescencia. Al momento del raleo se encontró lo siguiente: en las selecciones 'Magaña I' y 'Nidito de amor' 12 flores por inflorescencia, 9 en 'Dany', 21 en 'Alfonso 22' y 22 en 'Ixca' (Figura 26). Hay que mencionar que la floración en esta especie no es uniforme, ya que se presentan diferentes estadios durante la misma. La emergencia de los botones florales no es uniforme, por lo que la antesis tampoco. También, se presentan de nuevo la emisión de nuevas yemas tal y como menciona Dominguez *et al.* (2008) e Ibarra (2005). Sin embargo, las selecciones que no presentaron nuevos brotes fueron 'Magaña I' en Ixcateopan y 'Alfonso 22'.



Figura 26. Inflorescencias en ramas de zapote mamey de las selecciones A) 'Magaña I', B) 'Nidito de amor', C) 'Dany 66', D) 'Alfonso', E) 'Magaña I' y F) 'Ixca'. Las dos últimas evaluadas, Ixcateopan.

Cantidad de flores retiradas por planta

En el cuadro 5 se muestra la diferencia en cantidad de flores que se retiraron de cada planta. Si miramos en la selección donde se retiró el mayor número de flores fue en 'Alfonso', recordemos que fue la selección que no presentó nuevas yemas florales, el año anterior al raleo se cosecharon 40 frutos y en el año con raleo 113. Contrastando con la selección 'Dany' que tuvo menor número y debemos hacer mención que en ésta se observó menor número de flores ya que las plantas todavía tenían botones florales, mismas que a través de las evaluaciones no desarrollaron; pero recordemos que en el año sin raleo se obtuvieron 221 frutos y el año con raleo 815 frutos como total en las

síes plantas. Aquí se puede determinar que por esa razón no produjo flores como debía ya que un año anterior fue de alta producción.

Número de frutos persistentes después del raleo de flores.

Berlanga *et al.* (2012) mencionan que el raleo de flores puede ofrecer mayores beneficios en comparación con el llevado a cabo en post-floración. Sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento en relación al número de frutos que persistieron con el raleo de flores (polinizadas) fue nulo (Figura 27). Es decir los pequeños frutos que se lograron desarrollar fueron cayendo en las primeras cuatro evaluaciones. Estos resultados difieren con los de Miranda *et al.* (2005) quienes mencionan que los beneficios del raleo son mayores entre más temprano sea llevado a cabo o durante el desarrollo del fruto en manzano. Hay que destacar que zapote mamey es un frutal tropical y no se han realizado este tipo de trabajos y las comparaciones son realizadas con frutales templados y debido a las condiciones climáticas puede afectar en los resultados mencionados.

El comportamiento de 'Dany' fue diferente. Esta selección desde el inicio del experimento contaba con pocas flores comparada con las demás. En una planta no se lograron coleccionar las flores ya que se encontraban en botones, y durante las evaluaciones no se lograron desarrollar. Este comportamiento se puede explicar con el caso en manzano, el desarrollo de muchos frutos suele conducir a escasa formación de flores para el siguiente ciclo de producción, lo que ocasiona alternancia año con año. La producción alternante es frecuente en la mayoría de los cultivares de manzana

cuando no se controla la carga de fruta al inicio de su desarrollo (Bertelsen y Tustin, 2002).

Cuadro 5. Comparación del número de flores raleadas en cada selección evaluada.

Selección	Cantidad de flores		
	Kg de flores por planta	Número de flores en 50 g	Número de flores
En alpoyecá Gro.			
'Magaña I'	1.371	611	16881
d.e.	0	50	3546
'Nidito de amor'	1.087	513	5366
d.e.	1	41	3293
'Dany'	0.234	560	1246
d.e.	0	634	1570
'Alfonso 22'	6.638	675	90761
d.e.	1	55	26636
En Ixcateopan Gro.			
'Magaña I'			
(Ixca)	4.664	503	45950
d.e.	2	49	16397
'Ixca'	1.661	409	13617
d.e.	1	17	10324

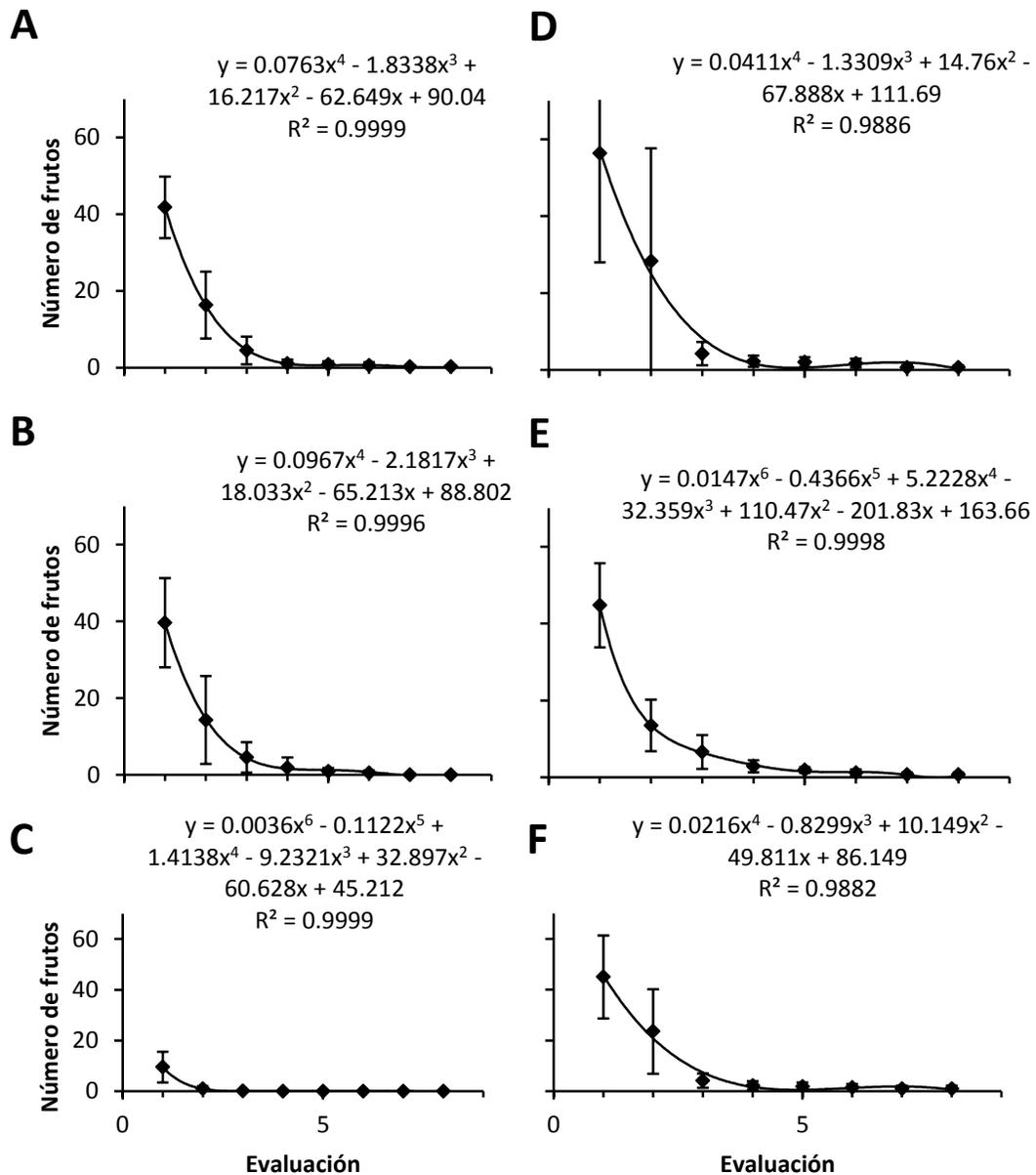


Figura 27. Comportamiento de la persistencia de frutos después del raleo en plantas de zapote mamey, Alpoeyca e Ixcateopan Gro. México (2012/2013). A) ‘Magaña I’, B) ‘Nidito de amor’, C) ‘Dany’, D) ‘Alfonso 22’, E) ‘Magaña I (en Ixca)’ y F) ‘Ixca’. Cada punto representa la media de las observaciones y la barra vertical su desviación estándar.

5. CONCLUSIONES

1. El raleo no afectó el crecimiento de frutos de zapote mamey.
2. El crecimiento de los frutos en plantas injertadas de zapote mamey es sigmoideal y la duración de flor a madurez fisiológica en las cuatro selecciones es diferente y requiere de 18 a 22 meses.
3. El amarre de frutos en zapote mamey es en la sección media de la rama con orientación lateral y hacia abajo.
4. El amarre de frutos se presenta en ramas de 3 a 4 años.
5. El raleo de flores afecta la persistencia de los frutos y ocasiona que caigan a los ocho meses después de antesis.

6. LITERATURA CONSULTADA

- Alia-Tejacal, I., V. López-Martínez, Acosta-Durán, C. M., Colinas-León, M. T. 2004. Crecimiento en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en Coatlán del Río Morelos. Investigación Agropecuaria. Vol. 2. p. 20-25.
- Alia-Tejacal, I., Sandoval-Maruri, E., Nieto-Ayala, E., López-Martínez, V., Martínez-Morales, A., Bautista-Baños., S., Colinas-León, M. T., Andrade-Rodríguez, M., Villegas-Torres, O. G., Guillen-Sánchez, D. 2008. fenología de la floración del zapote mamey (*Pouteria sapota*) y azúcares totales durante el desarrollo del fruto. Investigación Agropecuaria. Vol. 5(2). p. 150-158.
- Almanza, P.J., M.A. Quijano-Rico, G. Fischer, B. Chaves, and H.E. Balaguera-López. 2010. Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinifera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. Agron. Colomb. 28(2), 173-180.
- Arenas-Ocampo, M. L.; Evangelista-Lozano, S., Arana-Errasquín, R., Jiménez-Aparicio, A. R., Dávil-Ortíz, A. G. 2003. Softening and biochemical changes of zapote mamey fruit (*Pouteria sapota*) at different development and ripening stages. Journal of Food Biochemistry. 27: 91-107.
- Avilán, L.; Leal, F.; Bautista, D. 1995. El aguacatero: principios y técnicas para su producción. Caracas, Venezuela: Espasande. 380p.

- Azurdia C. 2006. Tres Especies de Zapote en América Tropical (*Pouteria campechiana*, *P. sapota* y *P. viridis*). Southampton Centre for Underutilized Crops, Universidad de Southampton, Southampton, UK. 254p.
- Berlanga-Reyes, D. I., C. Rios-Velasco, A. Romo-Chacón y V. M. Guerrero-Prieto. 2012: Raleo químico de flores de manzano (*Malus x domestica* Borkh.) 'Golden Delicious' y 'RedChief Delicious'. TECNOCENCIA Chihuahua 6(3): 147-157
- Bertelsen, M.G. and D.S. Tustin. 2002. Suppression of flower bud formation in light cropping rees of 'Pacific Rose' apple using gibberellin sprays. J. Hort. Sci. & Biotech. 77:753-757.
- Bustan, A., E.E. Goldschmidt e Y. Erner. 1996. Carbohydrate supply and demand during fruit development in relation to productivity for grapefruit and 'Murcott' mandarin. Acta Hort. 416, 81-88.
- Byers, R.; Marini, R. 1994. Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to on early spring freeze. HortScience 29(3): 146-148.
- Campbell, R. J. 1997. New mamey sapote cultivars from Tropical America. Interamerican Society for Tropical Horticulture 41: 219-222.

- Chanana and Beri, S. 2004. Studies on the improvement of fruit quality of subtropical peaches through girdling and thinning. En: Acta Horticulturae. Vol. 662; p. 345-351
- Chanana, Y. R., Kaundal, G. S.; Kanwar, J. S.; Arora, N. K. and Saini, R. S. 2002. Effect of chemical and hand thinning on maturity, yield and fruit quality of peaches (*Prunus persica* (L.) Batsch.). En: Acta Horticulturae. Vol. 592; p. 309-315.
- Carrara S. N Ledesma, J Wasieleski, R J Campbell. 2002. Morphological diversity of mamey zapote al Fairchild Tropical Garden, Florida, USA. Proc. Interamerican for Tropical Horticulture 46:32-34.
- Casierra-Posada, F; Rodríguez -Puerto, J. I; Cárdenas- Hernández, J. 2007. La relación hoja: fruto afecta la producción, el crecimiento y la calidad del fruto en duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Rubidoux'). Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín. 60(1):3657-3669.
- Cabezas-Gutiérrez, M. y Rodríguez E. 2010. Horticultural techniques for improving range fruit (*Citrus sinensis* L.) size and quality. Agronomía Colombiana 28(1), 55-62.
- Day, K. R.; Johnson, R. S.; DeJong, T. M. and Crisosto, C. H. 1992. Comparison of high density training systems and summer pruning techniques and timing. En:

- Research Reports for California Peaches and Nectarines. Sacramento California, USA: California Tree Fruit Agreement. Annual Research Report. 4 p.
- Davie, S. J., Van Der Walt, M. and Stassen, P. J. C. 1995. The energy demand of fruit production and its effect on fruit size in 'Sensation'. South African Mango Growers' Association Yearbook 15:18–20.
- Davie, S. J. and Stassen, P. J. C. 1997. The effect of fruit thinning and tree pruning on tree starch reserves and fruit retention of 'Sensation' mango trees. Acta Horticulturae 455:160–166.
- Davenport, T. L. and J. O'Neal. 2001. Flowering and fruit development patterns of five mamey sapote cultivars in South Florida. Interamerican Society Tropical Horticulture 44: 56-59.
- Dennis, F. G. Jr. 2000. The history of fruit thinning. En: Plant Growth Regulation. Vol. 31, no. 1-2; p. 1-16.
- Disegna, E., A. Coniberti, and E. Dellacassa. 2005. Medición de área foliar de la vid: una herramienta para producir vinos de calidad. Hortifruticultura Revista INIA 4, 18-20.
- Domínguez-Ordoñez, L., A. Villegas-Monter, E. García-Villanueva, S. Espinoza-Zaragoza. 2007. Fenología de la floración en seis genotipos de mamey (*Pouteria*

- sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) en Alpoyecá, Estado de Guerrero, México. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 51:132-137.
- Domínguez O., L. 2008. Fenología de la floración y fructificación en zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) de Alpoyecá Gro. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México. 163 p.
- Magalhães, D. S. C.; Da Costa, I. E. S.O.; Queiroz, C. R.; Chamhum, S. L.C.; Horst, B. C. 2009. Raleio de frutos em licheira 'Bengal. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal v. 31, n. 2, p. 588-592.
- Espíndola-Barquera, M.C.; Cano-Medrano, R.; Rodríguez-Alcázar, J. y Sánchez-García, P. 2008. Fruit set in avocado 'hass' with applications of ga3, n and girdling. Agric. Téc. Méx. Vol. 34 Núm. 4
- Espinosa, Z. S., C. Saucedo V., A. Villegas M., M. E. Ibarra E. 2005. Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) en Guerrero, México. Interamerican Society for Tropical Horticulture 48: 135-138.
- Famiani, F., E. Antognozzi, M. Boco, A. Tombesi y A. Battistelli. 1997. Effects of altered source-sink relationships on fruit development and quality in *Actinidia deliciosa*. Acta Hort. 444, 98-107.

- Ferrer, M.; Gonzalez-Neves, G. 2002. Resultados Fenológicos y productivos de la aplicación en de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en *Vitis vinifera* L. cv. Tannat. *Agrociencia* 6 (1): 53-62.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. D. F., México. 246 pp.
- Gaona G A, J. E. Álvarez V, I Alia T, V López M, C M Acosta D. 2005. El cultivo de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en la región suroeste del estado de Morelos. *Investigación Agropecuaria* 2: 14-19.
- Gazel-Filho, A. B. 2000. Caracterización de chicozapote (*Manilkara zapota* (L.)P. van Royen) de la colección de ICATIE, mediante al uso del análisis cultivariado. *Rev. Bras.Frusic.* 24(3):727-730
- González-Neves, G. and M. Ferrer. 2008. Efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos en la composición de uvas Merlot. *Agrociencia* 22(2), 10-18.
- González-Neves, G.; Ferrer, M. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. *Vitic. Enol. Prof.* 66: 30-43.

- Gonzalez-Neves, G.; Balado, J. 2001. Modificaciones de la composición de los vinos tintos inducidas por el uso de enzimas pectolíticas durante la maceración. In: Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología. Montevideo.
- Geisel, M.,Unruh, L. Lawson, M. Fruit trees:thinning young fruits. 2001. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publicación 8047
- Geene, G. M. 2002. Chemicals, Thinning, and Environmental Factors Involved in Thinner Efficacy on Apple. HortScience, 37(8):477-481.
- Granados, J. C. 1995. Algunas selecciones nuevas de zapote (*Pouteria sapota*) en Guatemala. Interamerican Society for Tropical Horticulture 39: 115-118.
- Gil-Albert; F. V. 1991. Morfología y fisiología del árbol frutal. Mundi Prensa. Madrid España. 104.
- Horscroft, J. C. and Sharples, R. O. 1987. The effect of modern production systems on apple quality. Report of the East Mailing Research Station, Kent, UK, 1986, 111–113.
- Ibarra E., M. E. 2005. Morfología de hojas y fenología en selecciones de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) de Alpoyecá Gro., y Cázones Ver. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México. 60 p.

Jackson, J. E. 1989. The manipulation of fruiting. In *The Manipulation of Fruiting*, 3–12 (Ed. C. J. Wright). London: Butterworth & Co.

Jackson D I, N Looney E (1999) *Temperate and Subtropical Fruit Production*. CABI Publishing. New York, USA. 332 p.

Jaganath, I. and Lovatt, C. J. 1996. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocados in California. *Avocado Res. Symp.* p. 51-53.

Jasso-Argumedo, J. 2008. Caracterización de 11 materiales criollos de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) en el estado de Yucatán. In: 3era Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Merida, Yucatán 2008.

Ledesma-Miramontes, A., Villegas-Monter, A., González-Hernández, V., Ruiz-Posadas, L. y Mora-Aguilera, A. 2011. Cinética de crecimiento foliar y desarrollo de brotes en selecciones injertadas de zapote mamey. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(6):901-911.

León J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. IICA. San José, Costa Rica. 552 p.

Lindorf, H.; Parisca, L.; Rodríguez, P. 1991. *Botánica: clasificación, estructura y reproducción*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. 296p.

- McNeil, R. and Parsons, G. 2003. Girdling of 'Hass' avocado trees to increase fruit yield and income in "off" years in California Coastal Valley. Proceedings of the V World Avocado Congress. pp. 263-265.
- Marcelis, L.F.M. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. J. Exp. Bot. 47, 1272-1280.
- Marini, R. P. 2003. Peach fruit weight, yield, and crop value are affected by number of fruiting shoots per tree. En: Hortscience. Vol. 38, no. 4; p. 512-514.
- Miranda, C., L.G. Santesteban, J.B. Royo. 2005. Removal of the most developed flowers influences fruit set, quality, and yield of apple clusters. HortScience 40:353-356.
- Morera, J.A. 1992. El zapote. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE).Turrialba, Costa Rica. 20p.
- Nava Y C, M Ricker. 2004. El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore y Stearn] un fruto de la selva mexicana con alto valor comercial. In: Productos Forestales, Medios de subsistencia y Conservación. M N Alexeides, P Shanley (eds.). Centro para la Investigación Forestal Internacional. Tailandia. pp: 43-6.
- Queller, D. C. 1985. Proximate and ultimate causes of low fruit production in *Asclepias exaltata*. Oikos 44:373–381.

Morton, J. 1987. Sapote. In: Fruits of warm climates. J. F. Morton (ed.) Miami, FL. pp. 398–402.

Parker, D.; Ziberman, D. and Moulton, K. 1991. How quality relates to price in California fresh peaches. En: California Agriculture. Vol. 45, no. 2; p. 14-16. Pennington, T., 1990. Flora –Neotropica sapotaceae. Bronx, New York. The New York Botanical Garden. 384 p.

Opara L U 2000. Fruit growth measurement and analysis. Horticultural. Rev.24:373-431.

Quijano, M. 2006. Investigación e innovación. Promoción y defensa del “terroir” regional. Cultura Científica 4, 35-41.

Ramos-López, J. 2003. Raleo en frutas en *Citrus reticulata* y *Citrus Sinensis* utilizando ácido naftaleoacético. Tesis de maestría en ciencias. Universidad de Puerto Rico. p. 54.

Reginato, G.; Errazuriz, F. y Camus, J. 1995. Evaluación de la intensidad de carga dejada en el raleo de nectarinos mediante la unidad número de frutos/cm² de área de la sección transversal del tronco. Agricultura Técnica 55 (1): 42-47.

Sandoval M. E., Nieto A. M., Alía T. I., López M. V., Colinas L. M. T., Martínez M. A., Acosta D. C. M., Andrade R. M., Villegas T. O. Y Guillén S. D. 2006. Crecimiento

- del fruto de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.). H. E. Morre & Stearn) en Morelos, México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 29. (Núm. Especial 2) 59:62.
- SIAP.-SAGARPA. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria 2012. www.siap.gob.mx.
- Stassen, P. J. C.; Dupreez, M. and Stadler, J. D. 1983. Reserves in full-bearing peach trees. En: Deciduous Fruit Grower. Vol. 6; p. 200-206.
- Villanueva A R, S Lozano E, M L O Arenas, J C Díaz P .2000. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn). Revista. Chapingo Serie. Horticultura. 6:63-72.
- Villegas-Monter, A., M. E. Ibarra-Estrada, y S. Espinosa-Zaragoza. 2005. Expectativas de las sapotáceas en México. XVIII Curso de Actualización Frutícola. Del 5-7 de Octubre de 2005. Coatepec de Harinas, México.
- Vázquez-Valdivia, V.; M. H. Pérez-Barraza; J. A. Osuna-García; Mario A. 2009. Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto, del mango 'ataulfo'. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 127-132.
- Vu, J.C.V., Y.C. Newman, L.H. Allen, M. Gallo-Meaghet y M. Zhang. 2002. Photosynthetic acclimation of young sweet orange trees to elevated growth CO₂ and temperature. J. Plant Physiol. 159(2), 147-157.

Ward, D. 1996. Apple fruitthinning. www.hort.vt.edu/dgraduate/daward2/thinning.htm.

Yeshitela, T., Robbertse, P. and Fivas, J. 2004. Effects of fruit thinning on 'Sensation' mango (*Mangifera indica*) trees with respect to fruit quantity, quality and tree phenology. *Experimental Agriculture*. 40:433-444.E

7. APENDICE

Cuadro 1A. Características de los frutos cosechados de 'Magaña I' en Alpoyecá, Gro. México.

N° de fruto	Fruto					Semilla			
	Peso fisiológico (g)	Peso maduro (g)	Mesocarpio (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso epicarpio (g)	Peso semilla (g)	Largo (mm)	Diámetro (mm)
1	930	841	673	160	106	98	69	90	33
2	852	778	614	150	99	85	79	92	48
3	665	607	464	144	94	78	65	86	36
4	611	560	439	137	89	68	52	83	34
5	732	675	552	135	98	79	43	82	38
6	600	543	447	141	89	48	48	78	33
7	709	631	477	163	93	82	73	92	37
8	724	666	523	139	93	77	66	87	36
9	631	563	439	141	88	73	51	84	34
10	619	553	420	145	88	72	62	86	37
11	592	529	418	126	88	66	45	76	35
12	552	501	373	132	88	75	53	84	35
13	603	536	419	141	90	73	45	81	32
14	632	319	226	111	71	51	42	74	34
15	295	263	198	98	75	40	25	60	23
Promedio	650	571	445	138	90	71	55	82	35
d.e.	142	148	124	17	9	15	14	8	5

Cuadro 2A. Características de frutos cosechados de ‘Nidito de amor en Alpoyeca, Gro. México.

N° de fruto	Peso fisiológico (g)	Peso maduro (g)	Fruto			Semilla			
			Mesocarpio (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso epicarpio (g)	Peso semilla (g)	Largo (mm)	Diámetro (mm)
1	644	612	448	147	91	114	50	94	39
2	517	472	360	144	83	69	44	80	33
3	438	403	291	128	80	77	34	69	32
4	533	498	385	123	85	80	33	78	27
5	478	445	332	134	83	75	38	77	32
6	440	402	305	139	77	64	34	75	30
7	409	377	285	129	77	62	30	69	22
8	425	390	301	126	81	65	24	66	28
9	404	320	234	126	77	59	27	71	27
10	405	367	292	112	83	58	17	65	25
11	344	316	238	122	74	54	25	61	28
12	381	347	269	128	74	56	21	65	25
13	362	336	214	121	75	55	67	68	31
14	328	301	226	115	74	49	27	68	27
15	307	282	216	115	70	45	21	64	26
Promedio	428	391	293	127	79	65	33	71	29
d.e.	88	87	67	10	5	17	13	8	4

Cuadro 3A. Características de frutos cosechados de 'Dany' en Alpoyecá, Gro. México.

N° de fruto	Peso fisiológico (g)	Peso maduro (g)	Fruto			Semilla			
			Mesocarpio (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso epicarpio (g)	Peso semilla (g)	Largo (mm)	Diámetro (mm)
1	507	463	347	128	88	67	49	82	35
2	513	471	353	132	87	61	56	82	36
3	550	501	408	130	92	62	32	70	27
4	432	395	303	124	83	54	37	76	31
5	486	442	337	121	88	59	46	79	35
6	509	465	353	132	84	64	48	77	35
7	495	455	358	113	90	60	37	71	28
8	448	414	317	122	84	58	39	74	32
9	481	439	342	131	84	60	37	76	31
10	408	372	282	114	81	48	42	73	33
11	375	348	265	109	82	48	35	71	32
12	343	310	235	121	79	46	29	66	30
13	425	395	296	120	86	52	46	76	35
14	294	270	201	97	75	39	29	65	30
15	317	286	222	108	78	43	21	63	26
Promedio	439	402	308	120	84	55	39	73	32
d.e.	78	72	58	10	5	8	9	6	3

Cuadro 4A. Características de frutos cosechados de 'Alfonso 22' en Alpoyecá, Gro. México.

N° de fruto	Peso fisiológico (g)	Peso maduro (g)	Fruto			Semilla			
			Mesocarpi o (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso epicarpio (g)	Peso semilla (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
1	721	683	540	161	91	98	45	92	34
2	633	599	473	154	82	90	35	88	29
3	636	598	474	159	83	86	38	88	28
4	459	429	332	148	77	71	26	85	26
5	657	622	489	154	91	95	38	80	28
6	516	483	379	146	78	80	24	77	24
7	445	418	324	142	75	68	26	79	26
8	517	481	367	149	80	79	34	85	28
9	463	433	344	136	78	65	24	75	24
10	456	44	360	128	80	63	22	64	22
11	434	410	327	137	76	61	22	59	21
12	408	394	312	130	74	61	21	26	21
13	386	360	280	123	74	62	18	62	22
14	451	422	335	131	78	63	24	67	29
15	43	411	321	132	74	66	24	74	25
Promedio	482	452	377	142	79	74	28	73	26
d.e.	158	149	78	12	5	13	8	16	4

Cuadro 5A. Características de frutos cosechados de 'Ixca' en 'Ixcateopan', Gro. México.

N° de fruto	Fruto					Semilla			
	Peso fisiológico (g)	Peso maduro (g)	Peso de Mesocarpio (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso epicarpio(g)	Peso semilla(g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
1	533	488	355	142	84	74	59	92	35
2	811	761	604	173	94	100	57	106	29
3	621	578	451	147	92	75	51	83	35
4	854	793	607	168	96	111	75	92	39
5	551	508	381	147	85	76	50	92	33
6	693	658	516	148	94	94	47	84	35
7	706	663	519	163	89	89	54	103	30
8	577	542	404	143	91	83	56	90	34
9	571	540	412	137	86	81	48	84	31
10	650	596	451	142	95	95	50	85	35
11	577	539	393	162	91	96	51	97	30
12	544	512	387	132	85	81	44	76	34
13	398	366	247	122	86	61	59	72	23
14	495	462	346	139	79	69	47	76	34
15	462	433	302	137	80	74	57	82	35
Promedio	603	563	425	147	88	84	54	88	33
d.e.	124	117	102	14	5	13	7	10	4

Cuadro 6A. Características de frutos cosechados de 'Magaña I' en 'Ixcateopan', Gro. México.

N° de fruto	Peso fisiológico (g)	Peso maduro (g)	Fruto			Semilla			
			Peso mesocarpio (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso cascara (g)	Peso semilla (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
1	951	866	721	170	106	70	76	91	41
2	708	642	481	142	97	74	87	91	44
3	721	659	519	133	93	70	70	82	45
4	784	720	566	140	97	83	71	88	29
5	721	646	497	138	98	82	67	84	40
6	657	591	441	136	93	73	77	91	39
7	685	614	464	137	95	76	75	87	41
8	493	459	347	119	88	55	57	74	29
9	406	370	267	116	84	47	56	73	36
10	302	266	192	101	76	35	39	67	35
11	631	583	447	132	96	68	68	86	29
12	440	401	288	121	84	48	65	80	40
13	505	465	344	121	87	61	60	87	47
14	603	553	467	135	88	69	17	89	41
15	644	577	454	125	100	75	48	75	34
Promedio	617	561	433	131	92	66	62	83	38
d.e.	165	150	131	15	8	14	17	8	6