

Estudio fenológico del arazá (*Eugenia stipitata*
Mc Vaugh) en su etapa de fructificación en
condiciones del valle del Yeguaré, Honduras

Selvin Manrique Hernández Mayorga

EL ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre 2004

EL ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Estudio fenológico del arazá (*Eugenia stipitata*
Mc Vaugh) en su etapa de fructificación en
condiciones del valle del Yeguaré, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

presentado por

Selvin Manrique Hernández Mayorga

El Zamorano, Honduras
Diciembre 2004

El autor concede al Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Selvin Manrique Hernández Mayorga

Estudio fenológico del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en su
etapa de fructificación en condiciones del valle del Yeguaré,
Honduras

Presentado por:
Selvin Manrique Hernández Mayorga

Aprobado:

Odilo Duarte, Dr. Sci. Agr., M.B.A.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador CCPA

José Linares, Ing. Agr.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph. D.
Coordinador de Área CCPA

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Dedicatoria

A Dios, por darme la oportunidad de vivir esta experiencia.

A mis padres Vilma y Jacobo.

A mis hermanos Robin, Heidi y Belsi.

A toda mi familia.

A Rodolfo por ser más que un amigo y un apoyo incondicional.

A Abel por ser más que un compañero y amigo.

A todos mis amigos.

A mis compañeros de la clase Genoma '04.

Agradecimientos

A Dios, por estar conmigo en cada momento protegiendo y guiando mis pasos.

A mis padres por todo el apoyo, confianza y comprensión brindada.

A mis hermanos por ese apoyo para ayudar a cumplir mis metas.

A Rodolfo por su ayuda, confianza, comprensión, apoyo y amistad incondicional.

A todos mis amigos por estar siempre pendientes de mí y por su amistad sincera.

A Zamorano por todas sus enseñanzas y experiencias vividas.

Al doctor Odilo Duarte por sus consejos, comprensión y enseñanzas.

Al ingeniero Linares por su apoyo, consejos y enseñanzas.

A los señores Raúl y Olman por su apoyo, colaboración y consejos.

A la colonia chapina de la clase Genoma '04.

Agradecimientos a Patrocinadores

A la Escuela Agrícola Panamericana, por los aportes dados para el desarrollo de este proyecto.

A la Fundación John Smith, por su apoyo económico para la realización de mis estudios.

A la Fundación Nippon por su apoyo económico para la realización de mis estudios

RESUMEN

Hernández, Selvin M. 2004. Estudio fenológico del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en su etapa de fructificación en condiciones del valle del Yeguaré, Honduras. Proyecto especial del programa de la carrera Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 27p.

La documentación de información específica de especies frutales, principalmente de las exóticas tropicales, en el ámbito nacional y regional es escasa; esto limita de alguna manera las iniciativas de planes de producción. La descripción morfológica de estas especies en condiciones distintas a las de su origen es importante para la programación de cosechas y programas de cultivo en general. El objetivo primordial fue determinar la duración y describir la etapa de fructificación del arazá en condiciones del valle del Yeguaré, Honduras, distintas a las de su lugar de origen en la región de la Amazonía occidental o Amazonía peruana. El estudio se llevó a cabo en la Colección de Frutales del Zamorano, Honduras. La observación *in situ* y el monitoreo del crecimiento de los órganos reproductivos y de frutos, se hizo utilizando un calibrador o pie de rey para medir diámetros de botones y frutos. La duración de la etapa de fructificación, comprendida desde la aparición del botón floral hasta la madurez fisiológica, fue de 150 días. La fase de botón floral, tuvo una duración de 30 días y el periodo de antesis a fruto maduro fue alrededor de 120 días. Los insectos que más se observaron visitando las flores fueron las abejas (*Apis mellifera*). El peso de los frutos fluctuó entre 95 y 185 g, de los cuales 4.4, 14.5 y 81.1% corresponden al peso de la cáscara, semillas y pulpa respectivamente. Las descripciones de cada una de las fases se refieren, principalmente, a cambios en color, tamaño y apariencia.

Palabras clave: Fenología vegetal, Myrtaceae.

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------|------|
| Portada..... | i |
| Portadilla..... | ii |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimientos..... | vi |
| Agradecimientos a Patrocinadores..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| CONTENIDO..... | ix |
| INDICE DE CUADROS..... | x |
| INDICE DE FIGURAS..... | xi |
| INDICE DE ANEXOS..... | xii |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 1 |
| General..... | 1 |
| Específicos..... | 1 |
| REVISION DE LITERATURA..... | 2 |
| Identificación..... | 2 |
| Clima..... | 2 |
| Suelo..... | 2 |
| Fenología..... | 2 |
| Floración del arazá..... | 3 |
| Utilización y Comercialización..... | 4 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 5 |
| Localización..... | 5 |
| Clima..... | 5 |
| Suelo..... | 5 |
| Metodología..... | 5 |
| RESULTADOS Y DISCUSION..... | 7 |
| CONCLUSIONES..... | 11 |
| RECOMENDACIONES..... | 12 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 13 |
| ANEXOS..... | 14 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|--|--------|
| 1. Fenología de la etapa de fructificación desde primordio de botón floral hasta madurez fisiológica de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh), El Zamorano, Honduras. 2004..... | 9 |
| 2. Diámetro y peso de frutos maduros de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh) en condiciones del valle del Yeguaré, El Zamorano, Honduras. 2004..... | 10 |
| 3. Composición porcentual en peso de las diferentes partes del fruto maduro de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)El Zamorano, Honduras. 2004 | 10 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|---|--------|
| 1. | Inflorescencia de arazá..... | 3 |
| 2. | El crecimiento en diámetro del botón de arazá desde aparición de yema visible hasta antesis. El Zamorano, Honduras. 2004..... | 8 |
| 3. | El crecimiento del fruto de arazá desde cuajado de fruto a madurez fisiológica. El Zamorano, Honduras. 2004..... | 8 |

INDICE DE ANEXOS

| Anexo | | Página |
|-------|--|--------|
| 1. | Propiedades físicas de los suelos de la Colección de Frutales, Zamorano, valle del Yeguaré, Honduras, 2003..... | 14 |
| 2. | Análisis químico de suelos del área de la Colección de Frutales, Zamorano, valle del Yeguaré, Honduras, 2003..... | 15 |

INTRODUCCION

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) pertenece a la familia Myrtaceae, es un arbusto de porte pequeño a mediano, originario de la Amazonía peruana, es un frutal prometedor para usos en industria de jugos, néctares, mermeladas, dulces, concentrados y otros. Con su amplio rango de adaptabilidad a temperatura y precipitación puede llegar a establecerse en distintas regiones. Se han desarrollado estudios de métodos de propagación, prácticas culturales y de producción; además, se ha identificado las principales plagas y enfermedades, tecnología de cosecha, poscosecha, de utilización y comercialización. El cultivo está tomando cierta importancia, sin embargo, no se cuenta con información detallada acerca de su comportamiento en regiones distintas a las de su origen. Debido a la importancia de obtener información del comportamiento fenológico de ésta y otras especies en cada zona, se realizó la documentación de su fenología en condiciones del valle del Yeguaré. Este estudio proporciona datos acerca de la etapa de fructificación, considerando desde botón floral hasta madurez fisiológica. Esta información es relevante para establecer un manejo de plantación, realizar planes e identificar puntos clave para programar cosecha, entre otros aspectos.

OBJETIVOS

General

Determinar la fenología del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en su etapa de fructificación en condiciones del valle del Yeguaré, Honduras.

Específicos

Definir la duración de la etapa de fructificación y monitorear el crecimiento y desarrollo de este período que abarca desde botón floral a fruto maduro.

Medir y describir las diferentes fases de desarrollo de las flores y los frutos hasta madurez fisiológica.

REVISION DE LITERATURA

Identificación

Nombre científico: *Eugenia stipitata* Mc Vaugh

Nombres comunes: Arazá, guayaba brasilera, guayaba amazónica (español) y araçá boi (portugués).

Familia Myrtaceae.

Originario de la Amazonía occidental encontrándose alta concentración en la Amazonía peruana principalmente en la cuenca baja del río Ucayali (Villachica 1996).

Clima

Es originario de bosque tropical húmedo con temperaturas promedio de 26°C y precipitación entre 2,000 a 2,500 mm/año. Desarrolla adecuadamente en zonas con temperaturas medias mensuales de 18 y 30°C para la mínima y máxima, respectivamente, sin problemas de heladas y con lluvias entre 1,500 y 4,000 mm/año (Villachica 1996).

Suelo

Por ser originario de suelos ácidos de baja fertilidad, se adapta bastante bien a suelos con alta saturación con aluminio y bajos niveles de fertilidad.

Fenología

Las investigaciones fenológicas se centran en la observación de cambio en la morfología de la planta, con aparición, transformación o desaparición relativamente rápida de determinados órganos o distintos acontecimientos, que se denominan fenómenos fenológicos. El intervalo entre dos acontecimientos o fenómenos fenológicos define un estado fenológico o fase de desarrollo de las plantas (Castillo 1996). Para conocer las características ecológicas de un vegetal es indispensable dividir su vida en etapas. Una etapa fenológica está delimitada por dos fases sucesivas (Torres 1995). Para seleccionar las plantas objeto de observación fenológica se debe tener en cuenta su distribución geográfica, para poder realizar comparaciones y establecer mapas (Castillo 1996). Otras características deseables en las plantas usadas para estudios fenológicos son las siguientes: que crezcan en un amplio ámbito geográfico, que presenten cierta resistencia a las condiciones atmosféricas extremas y a las enfermedades, que inicien su fase reproductiva en forma temprana, que muestren fases de desarrollo de fácil identificación y que presenten una relativa longevidad.

Los estudios fenológicos se orientan también hacia la determinación de lugares favorables o desfavorables para el desarrollo y la producción de especies agrícolas y, así mismo, hacia la calidad de la cosecha (Hueveldop et. al. 1986).

Floración del arazá

Las flores se encuentran tanto solitarias como agrupadas en racimos axilares de hasta cuatro unidades. Tienen cuatro sépalos verde amarillento, cuatro pétalos blancos y alrededor de cien estambres libres. El ovario es inferior al receptáculo (Villachica 1996).

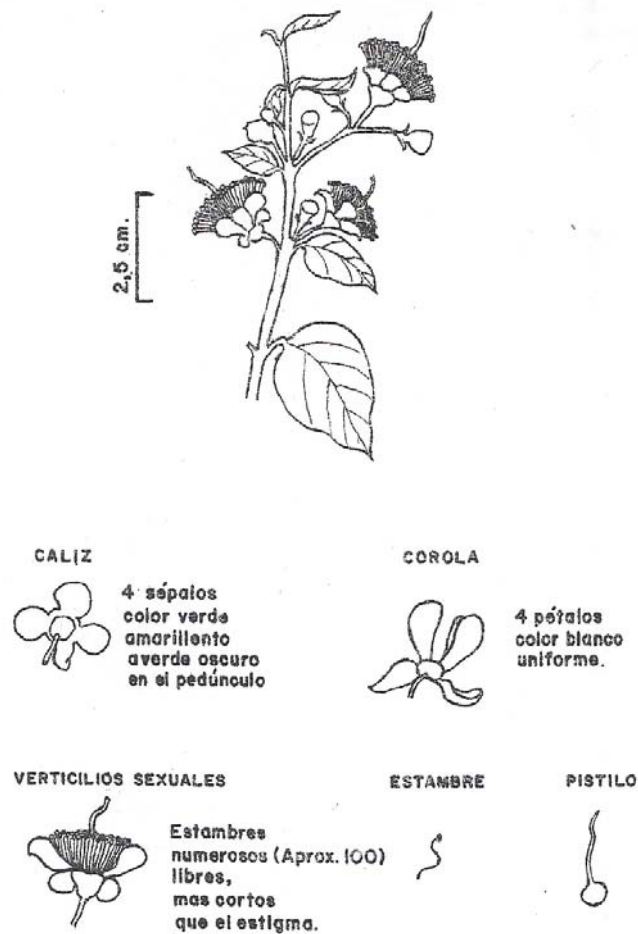


Figura 1. Inflorescencia del arazá (Pinedo 1981).

El fruto es una baya esferoidal de color verde al estado inmaduro y amarillo a la madurez, con exocarpo liso o aterciopelado, llega a medir hasta 10 cm de diámetro y alcanza un peso promedio de 200 g. El número de semillas por fruto varía entre uno a veinte (Villachica 1996).

Utilización y Comercialización

La fruta se emplea en la preparación de jugos, néctares, helados y mermeladas principalmente. Dado su alto porcentaje de pulpa (70%) se puede utilizar para combinar con otras frutas. La pulpa fresca o congelada se puede utilizar en la agroindustria para diferentes fines, siendo recomendable refinar la pulpa para que los productos elaborados sean de textura uniforme. Otros productos elaborados con pulpa son helados, tortas, cocteles y vino. Por otro lado, es posible producir fruta deshidratada de arazá que puede ser utilizada para remplazar al durazno deshidratado con características similares (Villachica 1996).

MATERIALES Y METODOS

Localización

El estudio se realizó en la Colección de Frutales de Zamorano, en el valle del Yeguaré, departamento Francisco Morazán, Honduras, 14°00 latitud norte y 87°02 longitud oeste, con una altitud de 800 msnm.

Clima

Precipitación promedio de 1110 mm anual. Humedad relativa promedio anual de 68.4% y se encuentra dentro de un rango de 21 a 97%. Temperatura promedio de 22.8°C.

Suelo

Estudios realizados por Terrones (2003) muestran las condiciones de los suelos plantados con cultivo de arazá que se estudió. Los suelos tienen una textura fina en todo el perfil y presencia de piedras generalizada en el subsuelo a partir de los 20 centímetros de profundidad (Anexo 1). No se encontró relación entre el pH y el desarrollo de las plantas, ya que las plantas de desarrollo pobre ocurren en suelos con rangos apropiados de pH. En el análisis químico del suelo se determinó un pH de 6.27 y un contenido de materia orgánica de 4.11% (Anexo 2).

Metodología

Se seleccionaron las plantas tomando como criterio que estuvieran en etapa de fructificación. Estas plantas tienen un ciclo continuo de producción con un pequeño descanso de una a dos semanas. Se identificaron botones florales, flores y frutos de distintos tamaños para seguir cronológicamente cada una de las fases y luego completar un ciclo. Para llevar el control se colocaron etiquetas con un número asignado a cada una de las unidades a medir. Se tomaron los datos según cada fase y se describieron los cambios hasta llegar a madurez fisiológica que era determinada por cambio de color de la fruta y caída al suelo. Las fases fenológicas identificadas fueron:

- Botón floral: desde la aparición de la yema hasta el estado “pop corn” o sea un día antes de flor abierta o antesis.
- Flor abierta: desde que se abrió la flor completamente hasta el cuajado de fruto o sea cuando se cayeron los pétalos y se presentó en forma visible el ovario fecundado.
- Fruto en crecimiento: desde el cuajado de fruto hasta la madurez fisiológica, cuando el fruto presentó el tamaño, color y sabor normales de la especie. En esta

fase el fruto se desprendía con facilidad cayendo al suelo. Los datos tomados fueron, específicamente, determinar los cambios morfológicos de las fases florales y de desarrollo de los frutos. Se midió el diámetro del botón floral, se observó los cambios de la flor y el cuaje de fruto. Se observó y midió el fruto desde su cuaje hasta la madurez fisiológica.

Para la toma de estos datos se utilizó un calibrador o pie de rey con una precisión de 0.01 cm. Posteriormente se hizo un análisis físico de varios frutos en estado maduro, para establecer la composición porcentual en peso de las distintas partes.

RESULTADOS Y DISCUSION

La etapa de fructificación tuvo una duración de 150 días desde botón floral de 0.10 a 0.12 cm de diámetro hasta madurez fisiológica con un diámetro de 7 cm.

La fase de botón floral desde aparición visible de la yema hasta el estado “Pop con” tuvo una duración de 30 días. Al final de esta fase el diámetro del botón fue de 0.50 a 0.68 cm.

La fase desde la antesis a presencia visible del ovario fecundado o cuajado de 0.3 cm, duró 25 días y el desarrollo del fruto después del cuajado visible duró 95 días hasta la madurez fisiológica, lo que significa que de antesis a fruto maduro pasaron en promedio 120 días. La coloración del fruto fue verde desde su cuajado hasta el día 116, luego comenzó a cambiar a color amarillo totalmente.

El diámetro de los frutos fue de 7 cm en promedio, con un rango de 6 a 7.5 cm. El peso promedio fue de 146.4 g con un rango de 95 a 185 g. Según Villachica (1996) puede llegar a 10 cm de diámetro y alcanzar un peso de 200 g en la zona amazónica subcuenca del río Ucayali.

Figura 2. Crecimiento en diámetro del botón de arazá desde aparición de yema visible hasta antesis. El Zamorano, Honduras. 2004.

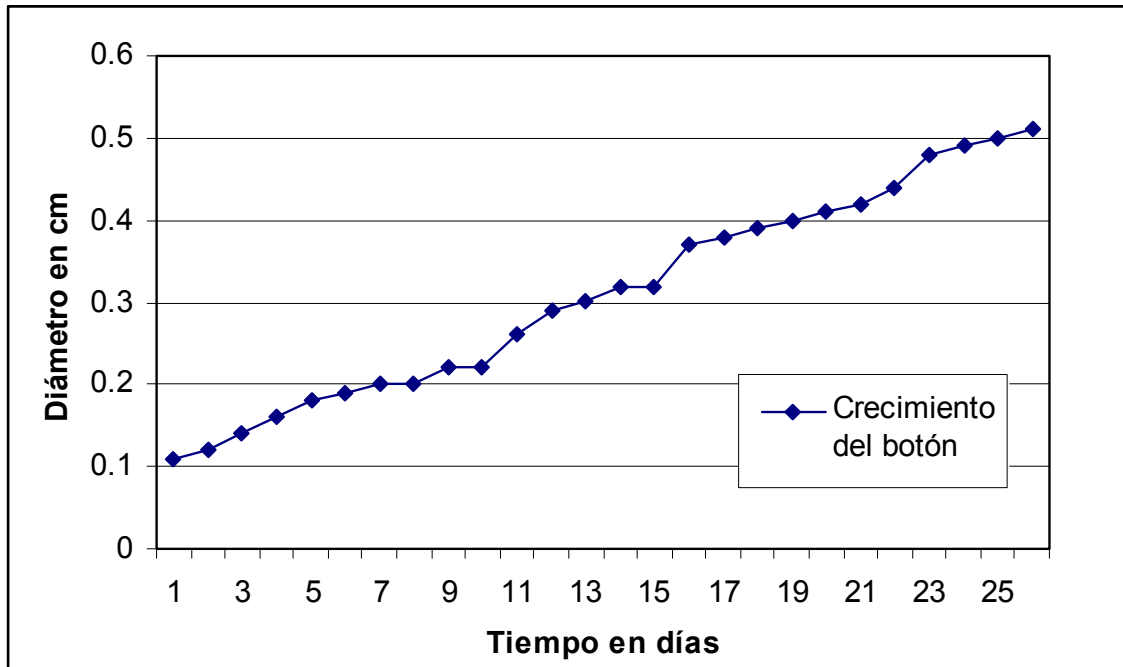
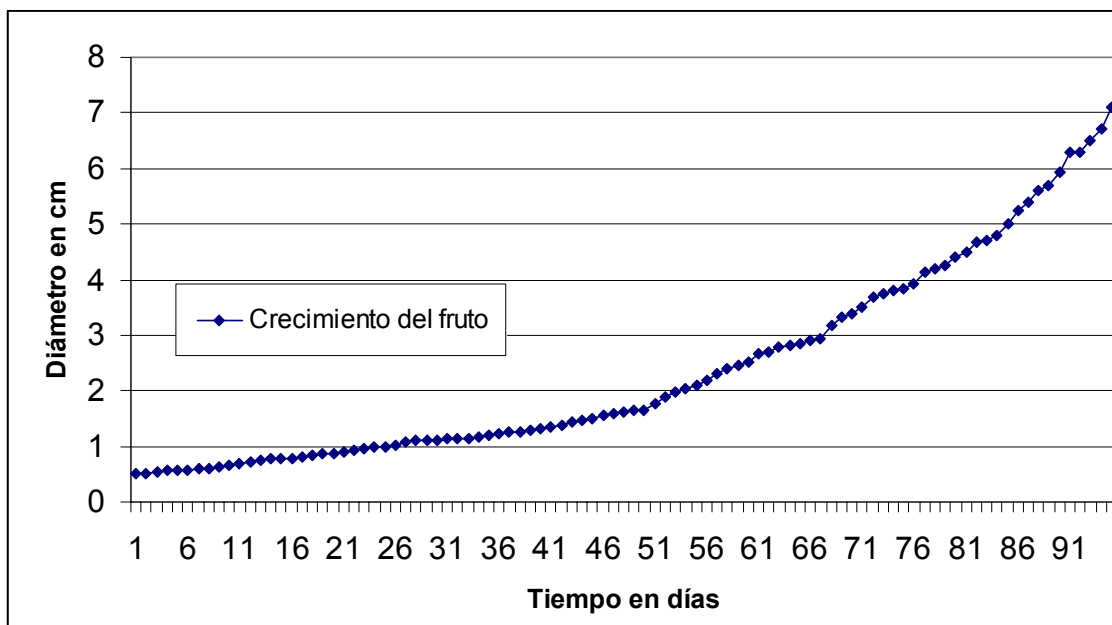


Figura 3 Crecimiento del fruto de arazá desde cuajado de fruto a madurez fisiológica. El Zamorano, Honduras. 2004.



Cuadro 1. Fenología de la etapa de fructificación desde primordio de botón floral hasta madurez fisiológica de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), El Zamorano, Honduras. 2004.

| Día | Estado |
|-----------|--|
| -30 | Emergencia de botón floral de color rojo y verde en la base con 0.1 cm de diámetro. Este color varía con el tiempo, cambiando a verde y posteriormente a blanco amarillento. |
| 0 | Flores a punto de abrir ("Pop corn"). Botones alcanzan 0.5 a 0.7 cm de diámetro. |
| 1 | Ocurre la antesis, los estambres están verticales y tienen un color blanco amarillento. |
| 3 | Estambres cambian a color crema y se marchitan. |
| 4 | Se inicia caída de los estambres y queda el estilo |
| 5 | Pétalos con bordes color café o totalmente color café claro. |
| 6 | Pétalos color café oscuro y estilo se marchita. A partir de este día, los sépalos empiezan a enrollarse en el receptáculo y a cambiar su color verde amarillento por verde oscuro. Pétalos de color café oscuro y secos se unen entre si cada vez más. |
| 25 | Si la flor ha sido fecundada el fruto alcanza 0.32 cm de diámetro. En este tiempo caen los pétalos, en algunos frutos se mantiene el estilo y uno o dos pétalos secos color marrón. |
| 26 al 75 | Crecimiento del fruto alcanzando un diámetro de 2 cm, color verde. |
| 76 al 105 | Crecimiento del fruto alcanzando un diámetro de 5 cm, color verde. |
| 106 a 115 | Crecimiento del fruto alcanzando un diámetro de 7 cm promedio. |
| 116 a 120 | El cambio de color de los frutos a color amarillo que ocurre 3 o 4 días antes de caerse éstos. |

Cuadro 2. Diámetro y peso de frutos maduros de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en condiciones de El Zamorano, Honduras. 2004.

| Medidas | Diámetro (Centímetros) | Peso (Gramos) |
|---------|---------------------------|------------------|
| Mínimo | 6 | 95 |
| Máximo | 7.5 | 185 |

Cuadro3. Composición porcentual en peso de las diferentes partes del fruto maduro de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). El Zamorano, Honduras. 2004.

| Parte del fruto | Peso (g) | Peso (%) |
|-----------------|----------|----------|
| Exocarpio | 6.3 | 4.4 |
| Mesocarpio | 119.5 | 81.1 |
| Semilla | 20.6 | 14.5 |

CONCLUSIONES

En condiciones del valle del Yeguaré, la fase de botón tiene una duración de 9 días más que en condiciones de la Amazonía peruana, según comparación con datos reportados por Villachica (1996)

No se cuenta con información sobre la duración de las fases de floración y crecimiento de frutos para poder comparar su duración en las diferentes zonas.

La flor permaneció receptiva de 2 a 3 días después de la antesis.

El fruto tuvo un diámetro promedio de 6.8 cm, que es menor al que presenta en condiciones de la Amazonía peruana de 10 cm.

Se obtuvo un peso promedio de fruto maduro de 146.4 g el cual fue menor al peso promedio en condiciones de la Amazonía peruana de 180 g reportado por Pinedo (1981).

RECOMENDACIONES

Realizar un estudio evaluando la tasa de cuajado de fruto en el cultivo de arazá en condiciones del valle del Yeguaré.

Estudiar el hábito de polinización del arazá bajo estas condiciones y ver cuáles son los agentes importantes en este proceso.

Utilizar calibrador con escala visible o digital para poder determinar con mayor exactitud los datos en futuros estudios que impliquen tomar medidas.

BIBLIOGRAFIA

Castillo, F.; F. Castellví. 1996. Agrometeorología. Coedición Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 517 p.

Hueveldop, J.; J. Pardo, S. Quirós, L. Espinoza. 1986. Climatología Tropical. Primera Edición. Universidad Estatal a Distancia. San José. Costa Rica. 378 p.

Pinedo M.; F. Ramírez, M. Blasco. 1981. Notas preliminares sobre el arazá (*Eugenia stipitata*), frutal nativo de la Amazonía peruana. Publicación Miscelánea No.229. Lima. Perú.

Terrones, C. 2003. Caracterización edáfica de las áreas cultivadas con frutales en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano. HN.50 p.

Torres, E. 1995. Agrometeorología. Editorial Trillas. México, D. F. 154 p.

Villachica, H. 1996. Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore. Lima. Perú. 76-83 p.

ANEXOS

Anexo 1. Propiedades físicas de los suelos de la Colección de Frutales, Zamorano, valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

| Cultivo | Vigor | Familia Textural | | | | Limitantes físicos |
|-------------------|-------|-------------------|-------|-------|--------|--|
| | | Profundidades(cm) | | | | |
| | | 0-30 | 30-60 | 60-90 | 90-120 | |
| Guanábana | Buena | F- | F- | F- | Gg | Presencia generalizada de piedras en el subsuelo a partir de los 20 cm de profundidad. |
| | Pobre | F- | F- | F- | F- | |
| Jaboticaba | Buena | F- | F- | F- | F- | |
| | Pobre | F- | M | F- | F- | |
| Macadamia | Buena | F- | M | F+ | F+ | |
| | Pobre | F- | M | F+ | F+ | |
| Arazá | Buena | F- | F- | F- | F- | |
| | Pobre | F- | F- | F- | F- | |

Abreviaturas: M, medias; F-, finas; F+ muy finas; Gg, piedra y grava gruesa. (Terrones 2003)

Anexo 2. Análisis químico de suelos del área de la Colección de Frutales, Zamorano, valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

| Cultivo | Vigor | pH (H ₂ O) | M.O. % | N _{total} % | P | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn | Relaciones | | |
|-------------------|-------|--------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---------|--------|------|-----|-----|-------|------------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | mg/kg | Ca/Mg | Mg/K |
| Guanábana | Bueno | 6,73 | 3,54 | 0,18 | 68,12 | 695,33 | 2843,33 | 196,67 | 2,90 | 100 | 97 | 17,00 | 8,67 | 0,92 | 8,89 |
| | Malo | 7,08 | 2,87 | 0,14 | 50,70 | 554,67 | 2930,00 | 170,00 | 3,90 | 153 | 106 | 13,00 | 10,34 | 1,00 | 11,30 |
| Jaboticaba | Bueno | 6,18 | 3,33 | 0,17 | 56,73 | 598,00 | 2200,00 | 173,33 | 3,70 | 157 | 82 | 12,00 | 7,62 | 0,94 | 8,12 |
| | Malo | 6,54 | 2,92 | 0,15 | 37,73 | 497,33 | 2386,67 | 163,33 | 3,60 | 128 | 145 | 18,00 | 8,77 | 1,07 | 10,43 |
| Macadamia | Bueno | 6,80 | 3,35 | 0,17 | 40,07 | 438,00 | 2560,00 | 150,00 | 4,30 | 117 | 142 | 12,00 | 10,24 | 1,11 | 12,51 |
| | Malo | 6,40 | 2,97 | 0,15 | 14,34 | 448,00 | 2136,67 | 146,67 | 4,50 | 174 | 167 | 12,00 | 8,74 | 1,06 | 10,36 |
| Arazá | Bueno | 6,27 | 4,11 | 0,21 | 39,13 | 556,00 | 2970,00 | 230,00 | 3,30 | 187 | 112 | 34,00 | 7,75 | 1,34 | 11,76 |
| | Malo | 5,62 | 2,21 | 0,11 | 9,48 | 314,00 | 2250,00 | 218,00 | 3,00 | 198 | 90 | 11,20 | 6,19 | 2,26 | 16,23 |

Nota: Muestras tomadas a una profundidad de 0-20 cm

(Terrones 2003).