

COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA RAZA ANTILLANA DE AGUACATE EN LA REGIÓN CENTRO-NORTE COSTERA DE VENEZUELA

BEHAVIOR PHENOLOGICAL OF THE ANTILLEAN RACE OF AVOCADO IN COASTAL REGION CENTRO-NORTE OF VENEZUELA

Luis Avilán*, Enio Soto*, Mercedes Pérez*, Carlos Marín**, Margot Rodríguez* y José Ruiz*

*Investigadores y **Técnicos Asociados a la Investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-CENIAP).
Apdo. Postal 4653. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela. E-mail: lavilan@hotmail.com, avilan@telcel.net.ve

RESUMEN

En una población de 29 árboles mayores de 10 años de cultivares de aguacate *Persea* spp., de la raza Antillana localizado en un bosque seco tropical, fue descrito el comportamiento fenológico, luego relacionado con los regímenes de temperatura y precipitación durante 3 ciclos anuales de producción comprendidos entre el 2002 y el 2005. La iniciación, duración e intensidad de los eventos se establecieron por la aparición de las estructuras correspondientes para cada fase cubriendo el 5% de la copa en el 30% de los árboles de la población. Un ciclo anual de producción se inicia la última semana de julio (semana 1) y culmina la penúltima de julio del siguiente año (semana 52). Tres flujos de crecimiento fueron establecidos en cada ciclo y estuvieron asociados a los meses de mayor precipitación, julio-agosto a noviembre al inicio y de abril a julio al final de los mismos. El inicio de la floración (IF) ocurrió entre las semanas 16 a la 21 correspondientes a los meses finales del año (noviembre y diciembre). La duración fue muy variable, desde los 77 días en el ciclo 1 hasta 133 días en el ciclo 2 y la máxima intensidad se presentó entre las semanas 25 a 30 (enero-febrero). Las temperaturas mínimas de 20 °C y 19 °C fueron las de mayor frecuencia en los 3 meses que precedieron IF, presentando diferencias significativas entre los estratos considerados y representaron en su conjunto entre el 48,6% y 57,7%. En los 3 meses antes del IF hubo una abundante precipitación, desde 329 hasta 557,5 mm. El período de fructificación varió de 4,2 a 7 meses de duración.

Palabra Clave: *Persea* spp.; raza Antillana; fenología; temperatura; precipitación.

SUMMARY

The phenological behavior of cultivars of avocado, *Persea* spp. West Indian race, was described in a population of 29 trees older than 10 years, located in a tropical dry forest area at 450 m.a.s.l. The phenology was associated to the temperature and rainfall during the crop cycle between the years 2002 and 2005. The beginning, duration, and intensity of the events were established by the appearance of the corresponding structures in each phase, and when it covered around 5% of the canopy in 30% of the trees. There were three growing fluxes, and their development were associated to the most rainfall month (april to november). The first growing flux preceded flowering. The beginning of flowering occurred at the end of the year (november, december) and it was characterized by having the longer period of time (from 77 to 133 days) and high intensity (80 to 90%), and it was related to the occurrence of days with minimum temperatures of 20 °C and 19 °C. The accumulated rainfall during the period of floral induction varied from 375.8 to 567.6 mm and was partially or totally absent during flowering. The fructification period last from 4.2 to 7 month.

Key Words: *Persea* spp.; west indian race; phenology; temperature; rain.

*m.a.s.l.= meters above sea level

INTRODUCCIÓN

Los aguacates de la raza Antillana (Ant) por su lugar de origen se considera poseen los mayores atributos de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de las regiones productoras del país (Avilán *et al.*, 1980). Williams citado por Barrientos-Priego y López-López (1998) asume que se originó en algún lugar entre las montañas y tierras bajas del este-central de México, y que le dio origen por selección el aguacate Mexicano. Otros asocian su origen con el 'Chinini' (*Persea schiedeana*) al encontrar ciertos patrones de ADN ribosomal de Chinini en algunos aguacates de la raza Ant (Barrientos-Priego y López-López, 1998). El 'Chinini' o 'Coyo' o "Aguacate de monte" es importante por presentar resistencia a la pudrición de la raíz o Tristeza causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*, principal factor limitante del cultivo a nivel mundial, y el mismo presenta compatibilidad en las combinaciones patrón injerto con Ant (García, 1972; Ploetz *et al.*, 1989).

Barrientos-Priego y López-López (1998) destacan que los estudios de taxonomía numérica, diagrama de dispersión e isoenzimas han encontrado una mayor relación filogenético entre los cultivares de la raza Ant y Guatemalteca (Guat) que entre los Ant y Mexicana (Mex.). Así mismo, añade que los análisis de los alcanos de las hojas indican que los aguacates de la raza Guat y Mex se separan bien de la raza Ant. Buffer y Ben-Ya'acov citado por Barrientos-Priego y López-López (1998) al analizar la variación en la repetición de longitud y sitios de restricción de ADN ribosomal en las hojas de las tres razas determinaron que existe una ligera mayor relación filogenético entre la raza Guat y Ant, aunque las tres razas son prácticamente equidistantes entre si de acuerdo al análisis mediante RAPD en ADN.

Los árboles de la raza Ant se caracterizan por tener la corteza del tronco acanalada, un lapso de flor a fruto bastante corto, el pedicelo cilíndrico en casi toda su longitud que se ensancha en planchuela (forma de cabeza de clavo) en el punto de adherencia al fruto, fruto de tamaño con tendencia a grande, de ligero sabor y frecuentemente dulce, contenido de aceite bajo, un 10%, y el período entre la floración y la recolección variable de 5 a 8 meses (Barrientos-Priego y López-López, 1998; Rodríguez Suppo, 1982). Los cultivares Waldin, 'immondsy' ilson Popenoe por sus cualidades y niveles de producción destacan dentro de los aguacates representativos del grupo (Avilán *et al.*, 1997).

Aubert y Lossois (1972) destacan que una característica importante en el desarrollo del aguacatero es su período

de crecimiento, el cual se puede extender de 8 a 10 meses. Las descripciones del comportamiento fenológico de híbridos de las razas GxA y cultivares e híbridos de la raza Méx en la región centro norte costera de Venezuela (Avilán *et al.*, 2005 y 2007) caracterizada como Bosque seco tropical han determinado en líneas generales, que el número de flujos de crecimiento fueran variables, de 2 a 4 en los Guat x Ant, y de 3 a 5 en los cultivares e híbridos Mex, n la región centro norte costera de Venezuela (Avilán *et al.*, 2005 y 2007) caracterizada como bosque seco tropical han determinado en líneas generales, que el número de flujos de crecimiento fueran variables de 2 a 4 en los Guat x Ant, y de 3 a 5 en los cultivares e híbridos Mex asociados a los meses de mayor precipitación (agosto-octubre y mayo) así como, el primer flujo antecedió y/o acompañó a la floración.

Avilán y Rodríguez (1995) al evaluar la ocurrencia de la floración, cada 7 d, en 261 árboles de aguacate representativos de 87 cultivares y un elevado número de híbridos (3 árboles / variedad y/o híbrido) pertenecientes a los grupos raciales Mex, Ant y Guat en la región centro norte de Venezuela, señalan que independiente del grupo racial o interracial que se trate la mayor ocurrencia de floración se presentó de noviembre a marzo, representando el 80% del total de las 845 floraciones observadas durante los 4 ciclos consecutivos comprendidos entre 1989 y 1993. Durante el mes de junio no fue determinada ninguna floración. Añaden que la diferencia entre la potencial ocurrencia de 1 044 floraciones y las 845 observadas en el período de estudio, evidencian la acentuada vejería en el proceso productivo que caracteriza a este frutal.

En relación al inicio de la floración (IF) en la misma localidad, las descripciones del comportamiento fenológico efectuado en cultivares e híbridos de la raza Mex y Guat x Ant; Avilán *et al.* (2005 y 2007) señalan, que ocurrieron en los meses finales del año (septiembre-noviembre) y los períodos fueron de duración e intensidad de participación de la población y cobertura de las copas muy variable. En los Guat x Ant la duración fue de 10 a 25 semanas con una intensidad de cobertura del 80% a 90%, mientras en los cultivares e híbridos Mex, de más larga duración (20 a 29 Semanas) y baja intensidad de cobertura (25% a 50%).

En cuanto al comportamiento floral de: diantesis (doble apertura), protogínea (primera apertura lo efectúa el órgano femenino), diurna (ambas aperturas ocurren en el día), sincronía (en un momento dado las flores de un

cultivar están actuando como femeninas -estigma receptivo- y las flores de otro lo están haciendo como masculina-liberando polen- y viceversa) y dicogamia (una consecuencia de lo anterior) evaluado en la región centro norte de Venezuela, Avilán *et al.* (1996) destacan que las temperaturas elevadas durante el período de floración de 28 °C a 33 °C, inciden para que la sincronía floral se cumpla de acuerdo a lo establecido para los tipos 'A' y 'B'; así como no afectaron la apertura de las flores presentándose bajo estas condiciones el mayor número de ellas. Esto evidencia la adaptación de los materiales pertenecientes a la raza Ant, como de los híbridos interraciales Guat x Ant a los climas calientes.

Según Gaillard (1987) el período de floración es muy variado en función de los cultivares y las condiciones climáticas, ocurriendo normalmente durante las estaciones secas donde las temperaturas también son frecuentemente bajas. La iniciación o inducción floral (iF) se produce alrededor de dos meses antes de la floración (IF) y las temperaturas inferiores a 25 °C son esenciales ya que la transición de la yema de vegetativa a floral en el aguacate ocurre generalmente entre los 15 °C y 25 °C (Chaikiattiyos *et al.*, 1994).

Un período de reposo según Salazar-García *et al.* (1998) no es un prerrequisito para el desarrollo de la inflorescencia, y determinaron en el cultivar Hass que el mismo estaba bien correlacionada con el número de días con temperatura mínima de ≤ 15 °C. El déficit hídrico de acuerdo a Chaikiattiyos *et al.* (1994) reduce el crecimiento, pero no induce la floración, aunque el número de flores se incrementa con la severidad y duración del estrés hídrico.

El período de fructificación es característico de cada cultivar, variando en los de raza Ant según Valmayor (1967) entre 5 y 8 meses, ocupando los híbridos interraciales generalmente una posición intermedia. Gaillard (1987) destaca que el ciclo productivo se acorta en la medida que las temperaturas son más elevadas. En la región centro norte costera de Venezuela (Avilán *et al.*, 2005 y 2007) caracterizada como bosque seco tropical el período de fructificación en los cultivares e híbridos de la raza Mex estuvo alrededor de los 4 meses de duración; mientras los Guat x Ant de 6 a 6,5 meses.

En el país las condiciones agroecológicas son propicias para la explotación comercial del aguacate (Avilán *et al.*, 1980) sin embargo, los niveles de producción generalmente bajos ($< 4,5$ t ha⁻¹) inciden en la baja rentabilidad y la escasa adopción de tecnologías para mejorar

la productividad del cultivo, por ello para mejorar la productividad a través de la modificación y/o introducción de nuevas técnicas en el manejo agronómico del cultivo, es indispensable un adecuado conocimiento del desarrollo de la planta. En el estudio se describió y se relacionó con las condiciones climáticas el comportamiento fenológico de una población de cultivares de la raza Ant, de interés comercial muy difundidos en el país durante tres ciclos anuales de producción (CAP) comprendidos entre julio del año 2002 hasta julio del 2005.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de las diferentes fenofases se realizó tomando como base una población de 29 árboles pertenecientes a la colección de aguacates del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP-INIA) de cultivares de la raza Ant, con más de 10 años de edad constituida por 8 de 'Simmonds', 4 'Waldin', 3 'Catalina', 5 'Barker', 4 'Marty', 4 'Wilson Popenoe' y 1 'Araira-2'; considerando un comportamiento muy similar y/o con diferencias no consistentes en las 109 semanas de observación de los diferentes eventos fenológicos. Estaban distanciadas a 8 m entre sí, en libre crecimiento, y sometidas solamente a un manejo limitado al control de la cobertura vegetal presente en las áreas libres y poda sanitaria o de mantenimiento (Avilán y Rodríguez, 1997).

El huerto está localizada en la región centro norte del país (10°17' N, 67°37' W), caracterizado como bosque seco tropical, que tiene como límites climáticos generales una precipitación entre 850 y 1000 mm anuales, una temperatura media anual entre 24 °C y 26 °C, situado a una elevación de 450 m.s.n.m y suelos con buenas condiciones físicas de mediana fertilidad natural, clasificados dentro del Orden Entisol (Ewel y Madriz, 1968).

Se estableció como inicio de cada CAP la última semana del mes de julio (semana 1) y como la culminación del mismo la penúltima semana del mes de julio del siguiente año (semana 52); y para la determinación del inicio y la duración de los eventos en cada ciclo, se cuantifico el número de semanas transcurridas, a partir de la última del mes de julio. El inicio del crecimiento, floración y fructificación, se estableció mediante la ocurrencia de las estructuras correspondientes y que su presencia fuera superior al 5% de la superficie exterior de la copa de cada árbol, en el 30% de la población.

Para tal fin se realizaron en cada uno de los 29 árboles de la población, desde la semana 1 (29 de julio al 4 de agosto del 2002) del Ciclo 1 de manera ininterrumpida registros quincenales y/o semanales de acuerdo a la presencia e intensidad de los procesos, dividiendo la copa en 4 cuadrantes imaginarios a los cuales se les asignó un porcentaje máximo de 25% (Fournier, 1974).

El estado correspondiente al inicio de cada fenofase fueron los establecidos por Aubert y Lossois (1972) los cuales se describen a continuación.

Crecimiento: estadio C caracterizado por la abscisión de las estipulas, y en el ápice de la rama en formación aparecen las puntas de las primeras nuevas hojitas (4 a 5 hojas). Las estipulas se recurvan hacia afuera y caen. Los brotes laterales pueden comenzar a aparecer, en razón a que la dominancia de las yemas apicales es relativa.

Floración: evidenciada por la presencia de la estructura globosa de la inflorescencia y el pedúnculo primario de la misma es netamente visible, correspondiente a los estadios B y C de la floración. La época de máxima intensidad se estableció cuando la población alcanza el mayor porcentaje de participación y/o mayor % de cobertura de la copa.

Fructificación: el estadio B de la fructificación caracterizado por un alargamiento significativo del pedúnculo floral y el fruto está individualizado.

En la estación climatológica del CENIAP-INIA, localizada al mismo nivel y a unos 100 metros del huerto, se obtuvieron para los diferentes CAP los registros disponibles de precipitación diaria y mensual desde julio del año 2002 hasta junio del 2005; y la temperatura máxima y mínima diaria del año 2003 al 2005. Con esta información se determinó el número de días con temperaturas iguales o inferiores a los 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16 y 15 °C., respectivamente, para cada mes; así como la precipitación (mm) acumulada que antecedió al evento de floración en los diferentes ciclos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

En cada uno de los CAP (Cuadro 1) fueron determinados 3 flujos de crecimiento, el primero con ocurrencia al inicio del ciclo y caracterizado por su prolongada duración (5 a 11 Semanas), mientras los restantes con

ocurrencia a mediados y al final del mismo de escasa duración (1 a 3 semanas). La mayor participación de la población en los ciclos 1 y 2 ocurrió en el primer flujo, 74,1% y 51,7%, respectivamente; mientras la participación en el segundo y tercer flujo varió entre el 34% y el 44%. En el ciclo 3 la participación de la población en los tres flujos fue más uniforme variando entre el 50,8% y el 62,5%. En relación al proceso de floración el primer flujo solamente lo anticipo, a diferencia de los Guat x Ant y cultivares e híbridos de Mex que lo anticiparon y acompañaron.

La ocurrencia de los flujos en general estuvo asociada a los meses de mayor precipitación (Cuadro 2) para la zona, de julio-agosto a noviembre al inicio de los CAP, y de abril a julio al final de los mismos. Similar comportamiento fue observado por Avilán *et al.* (2005 y 2007) en los cultivares e híbridos Mex y Guat x Ant en la misma época y lugar; aunque en el número de flujos difieren, mientras en los Guat x Ant variaron de 2 a 4, en los Mex de 3 a 5.

Durante el transcurso de las observaciones fueron determinados traslapes o sobre posiciones en períodos y eventos. El solapamiento por un flujo de crecimiento ocurrió entre los ciclos 1 y 2 del (Cuadro 1). El final del 3er flujo en el ciclo 1 (por la metodología utilizada) se estableció en la semana 52 (20 al 26 julio 2003), aunque el crecimiento del mismo continuo (Cont.), constituyéndose en la semana 1 (27 julio al 2 agosto 2003) del ciclo 2. Otros solapamientos fueron observados entre las fases de crecimiento y fructificación a mediados y al final de los diferentes CAP. Así por ejemplo el 3er flujo de crecimiento del ciclo 2, y 2do del ciclo 3, ambos determinados en la semana 44 (16 al 22 mayo 2004 y 15 al 21 mayo 2005) ocurre de manera simultánea con el proceso fructificación.

Floración

El IF para los diferentes CAP ocurrieron (Cuadro 3) entre las semana 16 a la semana 21 correspondientes a los meses finales del año (noviembre y diciembre). La duración del proceso así como el número de árboles de la población (%) involucrados fue muy variable, desde las 11 semanas (77 días) en el ciclo 1 con el 37,5% hasta las 19 semanas (133 días) y el 58% durante el ciclo 2. La máxima intensidad de participación de la población en la floración para los diferentes CAP se presentó entre las semanas 25 a la 33 correspondientes a los dos primeros meses del año (enero-febrero), donde con mayor frecuencia se presentan los días con temperaturas iguales y/o inferiores a los 20 °C del año

(Cuadro 4). Las temperaturas iguales o inferiores a los 23 °C son esenciales para florecer según Chaikiattiyos *et al.* (1994).

La época del IF establecida en comparación a la de los Guat x Ant y cultivares e híbridos de Mex indica que fueron muy similares, concordando con lo determinado para los diferentes grupos por Avilán y Rodríguez (1996) en el mismo lugar. Estos señalaron que los materiales de los grupos Mex y Ant como sus híbridos interraciales con el grupo Guat (Guat x Ant y Guat x Mex.) son más precoces en el proceso de floración que los cultivares pertenecientes al grupo Guat y los híbridos resultantes del cruzamiento Ant x Mex.

El análisis de la frecuencia de días con temperaturas mínimas entre 16 °C y 22 °C efectuado en la misma localidad y época, en los meses de agosto septiembre y octubre que precedieron el IF de los ciclo 2 (2003-2004) y ciclo 3 (2004-2005), lapso dentro del cual se estima ocurre la inducción floral (iF), presentó diferencias significativas (Avilán *et al.*, 2005). Los 20 °C y 19 °C fueron los de mayor frecuencia, representando en su conjunto entre el 48,6% y 57,7% de los estratos considerados. Estos resultados concuerdan con quienes sustentan como Buttrose y Alexander (1978) y Chaikiattiyos *et al.* (1994) que la ocurrencia de temperaturas mínimas menores a 20 °C son esenciales para promover la iF.

CUADRO 1. Semana de inicio, final y duración del crecimiento (1) y % de la población (2) participante durante los ciclos de producción (2002 al 2005).

Ciclo (3)	Semana de Inicio	Semana Final	Duración Semanas	% (2) Población
1	1era Semana 1 (22 a 28 julio 2002)	Semana 11 (30 septiembre al 2 octubre 2002)	11	74,1
	2da Semana 42 (4 al 10 mayo 2003)	Semana 42 (4 al 10 mayo 2003)	1	39,7
	3era Semana 51 (13 al 19 julio 2003)	Semana 52 (20 al 26 julio 2003)Cont. (5).	2	44,8
2	1era Semana 1 (27 julio al 2 agosto 2003)	Semana 10 (21 al 27 septiembre 2003)	5	51,7
	2da Semana 17 (9 al 15 noviembre 2003)	Semana 17 (9 al 5 noviembre 2003)	1	34,4
	3era Semana 44 (16 al 22 mayo 2004)	Semana 44 (16 al 22 mayo 2004)	1	34,4
3	1era Semana 2 (25 al 31 Julio 2004)	Semana 10 (19 a 25 septiembre 2004)	9	50,8
	2da Semana 44 (15 al 21 mayo 2005)	Semana 44 (15 al 21 mayo 2005)	1	57,1
	3era Semana 49 (19 al 25 junio 2005)	Semana 51 (3 al 9 julio 2005)	3	62,5

(1) En cada ciclo la semana 1 corresponde a la última semana del mes de julio y la semana 52 a la penúltima semana del mes de julio del siguiente año.

(2) % población= por ciento promedio de la población participante.

(3) Ciclo 1 =2002-2003, Ciclo 2 = 2003-2004, Ciclo 3 =2004-2005.

(4) 1er: primer flujo; 2do: segundo flujo; 3ero: tercer flujo.

(5) Cont.: continuación.

CUADRO 2. Precipitación (m.m) durante los tres ciclos anuales de producción (2002 al 2005) (1,2).

Meses	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
Julio	67,3	135,9	122,9
Agosto	128,2	229,3	170,2
Septiembre	139,3	144,0	177,4
Octubre	72,6	194,3	107,2
Noviembre	37,1	201,3	87,5
Diciembre	0,6	6,7	17,8
Enero	0,0	0,0	67,5
Febrero	0,0	0,0	24,1
Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	84,1	77,9	76,3
Mayo	146,0	172,1	80,8
Junio	82,7	82,7	---
Total	757,9	244,2	931,7

(1) Registros climáticos de la Estación CENIAP, Latitud 10°17'; Longitud 63°17'; Altitud 455 m.s.n.m.

(2) Ciclo 1 =2002-2003, Ciclo 2 = 2003-2004, Ciclo 3 =2004-2005

La mayoría de los registros de las temperaturas máximas diarias (Cuadro 5) durante los meses de agosto, septiembre y octubre previos al IF del ciclo 3 (2004-2005) se ubicaron entre los 31°C y 32 °C, superiores a los 25 °C señalado como inhibidora de la iF (Buttrose y Alexander, 1978); sin embargo, el nivel de participación en el proceso fue del 60,7% de la población. Similar respuesta fue obtenida en los cultivares e híbridos de Méx y en Guat x Ant donde los porcentajes de participación de la población fueron respectivamente del 88% y 69,2%.

Así mismo, vale destacar que durante el proceso de floración se apreció una abundante cobertura de flores en la copa, similar a la observada en la misma época y lugar en Guat x Ant del 80% al 90% (Avilán *et al.*, 2005). En los cultivares e híbridos Méx la intensidad de cobertura fue baja variando entre el 25% al 50% (Avilán *et al.*, 2007). En relación al comportamiento floral evaluado en la misma localidad, Avilán *et al.* (1996) destacan que las temperaturas elevadas durante el período de floración de 28 °C a 33 °C, inciden para que la sincronía floral se cumpla de acuerdo a lo establecido para los tipos 'A' y 'B'; así como no afectaron la apertura de las flores, presentándose bajo estas condiciones el mayor número de ellas.

CUADRO 3. Semanas de inicio, duración (1) y época de máxima floración (2), % de árboles de la población (3) participante del grupo antillano durante los ciclos de producción 2002 al 2005.

Ciclo(4)	Semana Inicio Floración	Semana Final Floración	Total semanas	Población	% Semanas de Máxima floración
1	Semana 21 (9 al 15 diciembre 2002)	Semana 31 (15 al 21 febrero 2003)	11 (77 días)	37,5	Semana 25 y 26 (5 al 18 enero 2003) (44%)
2	Semana 16 (2 al 8 noviembre 2003)	Semana 34 (7 al 13 marzo 2004)	19 (133 días)	58,1	Semana 25 a 30 (4 enero a 14 febrero 2004) (72,4%)
3	Semana 19 (21 a 27 noviembre 2004)	Semana 35 (13 al 19 marzo 2005)	16 (112 días)	60,7	Semana 25 a 29 (2 enero a 5 febrero 2005) (71,4%)

(1) En cada ciclo la semana 1 corresponde a la última semana del mes de julio y la semana 52 a la penúltima semana del mes de julio del siguiente año

(2) época máxima floración = cuando la población alcanza el mayor porcentaje (%)

(3) % población= por ciento promedio de la población participante

(4) Ciclo 1 =2002-2003, Ciclo 2 = 2003-2004, Ciclo 3 =2004-2005

CUADRO 4. Frecuencia de días con temperatura iguales y/o inferiores a los 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 °C, respectivamente, en los ciclos 2 (2003- 2004) y ciclo 4 (2004-2005) según (1,2,3).

Mes	>14°≤15°	>15°≤16°	>16°≤17°	>17°≤18°	>18°≤19°	>19°≤20°	>20°≤21°	>21°≤22°	>22°≤23°
Julio 2003	0	0	1	0	2	17	7	3	1
Agosto	0	0	0	2	7	12	10	0	0
Septiembre	0	0	0	2	7	11	8	2	0
Octubre	0	0	1	1	3	10	13	3	0
Noviembre	0	1	0	3	9	10	7	0	0
Diciembre	2	7	6	4	7	5	0	0	0
Enero	17	6	4	2	1	1	0	0	0
Febrero	16	4	4	2	2	0	0	0	0
Marzo	6	3	4	4	9	3	2	0	0
Abril	0	1	2	0	2	6	9	6	4
Mayo	0	0	1	1	3	4	12	4	6
Junio	0	0	1	6	6	12	2	2	1
Julio 2004	0	1	3	3	9	11	3	1	0
Agosto	0	0	0	2	7	11	4	4	3
Septiembre	0	0	1	2	10	12	5	0	0
Octubre	0	0	0	1	12	12	6	0	0
Noviembre	0	0	4	3	7	11	5	0	0
Diciembre	5	2	4	10	8	1	0	1	0
Enero	4	5	8	5	5	2	2	0	0
Febrero	5	3	3	5	4	5	1	2	0
Marzo	2	7	4	8	5	3	0	1	1
Abril	0	0	0	3	2	14	4	2	5
Mayo	0	0	0	0	2	9	5	14	1

(1) Registros climáticos de la Estación CENIAP, Latitud 10°17', Longitud 63°17', Altitud 455 m.s.n.m.

(2) Cada ciclo anual de producción (CAP) se inicia en la última semana del mes de julio (semana 1) y culmina en la penúltima semana del mes de julio (semana 52) del siguiente año

(3) Ciclo 1 =2002-2003, Ciclo 2 = 2003-2004, Ciclo 3 =2004-2005.

CUADRO 5. Número de días con temperaturas iguales o superiores a 25 °C durante los tres meses anteriores al IF en el ciclo 3 (2004-2005).

Ciclo	Mes	Temperatura °C									
		>26	>27	>28	>29	>30	>31	>32	>33	>34°	>35°
Ciclo 3	agosto	1	2	2	10	14	28	27	6	0	0
	septiembre	1	2	1	3	10	16	22	5	0	0
	octubre	1	1	1	1	3	6	13	4	0	0

(1) Registros climáticos de la Estación CENIAP, Latitud 10°17', Longitud 63°17'. Altitud 455 m.s.n.m.

(2)Ciclo 3: 2004-2005

Esto evidencia la adaptación de los materiales pertenecientes a la Ant como los híbridos interraciales Guat x Ant a los climas calientes. Según Davenport (1986) los materiales Mex muestran inhibición a las altas temperaturas.

Según Gaillard (1987) un déficit hídrico de corta duración es beneficioso para la iF, especialmente en los climas tropicales donde el descenso de la temperatura no es suficiente para detener el desarrollo vegetativo. Por su parte, Chaikiattiyos *et al.* (1994) señala que el déficit hídrico por si solo no induce la floración, siendo necesario la ocurrencia de un estrés térmico causado por temperaturas bajas inferiores o iguales a los 20 °C.

En el Cuadro 6 se presenta la precipitación acumulada en los 90, 60 y 30 d antes del IF, lapso dentro del cual se presume ocurre la iF en los 3 CAP. La precipitación acumulada varió entre 329 y 557 mm y una ocurrencia de días sin precipitación (0 mm.) entre el 56,6% y el 41,1%, respectivamente. En relación al total anual de la precipitación (Cuadro 2), la acumulada durante este período representó entre el 46,4% y el 27,4%.

Esto evidencia que el proceso de floración ocurre con la presencia lluvias y/o humedad, lo cual si bien puede favorecer la ocurrencia de enfermedades, un estrés

hídrico, durante el proceso y posterior al mismo, puede causar problemas en función a la alta demanda de la planta. Whiley *et al.* (1988) destacan que durante esta fenofase, cerca del 13% de la transpiración total de la copa de la planta, puede ser atribuida a los órganos florales, lo cual indica que durante el proceso las demandas hídricas son elevadas.

Fructificación

El período de fructificación que algunos investigadores denominan Floración + Cuajado (Cull, 1986) determinado en los 3 CAP, varió de 4,2 a 7 meses, lapso concordante con el señalado por Valmayor (1967) de 5 a 8 meses para los cultivares del grupo. Las variaciones determinadas en lo CAP (Cuadro 7) están asociadas con la duración de los períodos de floración y el % de la población participante (Cuadro 3). En el Ciclo 1, la floración tuvo una duración de 11 semanas con una participación del 37,5% de la población, la duración de la fructificación fue de 18 semanas en una población participante del 40,0%. Mientras en los ciclos 2 y 3 la floración duro 19 y 16 semanas, con poblaciones participantes del 58,1% y 60,7%, respectivamente, acarreado que los períodos de fructificación fueran de 30 y 25 semanas.

CUADRO 6. Precipitación (mm) durante los 90, 60 y 30 días que precedieron del inicio de la floración⁽¹⁾.

Ciclo (2)	Días antes inicio Floración	Días de precipitación			Total m.m.
		> 1, 0 m.m.	< 1, 0 m.m.	0 m.m.	
1	90	35	4	51	329,0
	60	21	3	36	199,1
	30	9	2	19	76,1
2	90	41	12	37	557,5
	60	27	9	24	361,6
	30	14	4	12	195,4
3	90	39	5	46	402,4
	60	26	1	33	271,7
	30	9	1	20	106,1

⁽¹⁾ Registros climáticos de la Estación CENIAP, Latitud 10°17', Longitud 63°17'. Altitud 455 m.s.n.m.

⁽²⁾ Ciclo 1 =2002-2003, Ciclo 2 = 2003-2004, Ciclo 3 =2004-2005

CUADRO 7. Semana de inicio, final y duración (1), % de árboles de la población (2) de la raza Antillana durante el fructificación en los Ciclos de producción 2001 al 2005(2).

Ciclo (3)	Semana Inicial	Semana Final	Duración Semana	% (2) Población
1	Semana 25 (5 al 11 enero 2003)	Semana 42 (4 al 10 mayo 2003)	18 (4,2 meses)	40,0
2	Semana 21 (7 al 13 diciembre 2003)	Semana 51 (4 al 10 julio 2004)	30 (7 meses)	71,2
3	Semana 25 (2 al 8 enero 2005)	Semana 51 (3 al 9 junio 2005)	25 (5,8 meses)	71,9

(1) Cada ciclo anual de producción (CAP) se inicia en la última semana del mes de julio (Semana 1) y culmina en la penúltima semana del mes de julio (Semana 52) del siguiente año

(2) % población=) por ciento promedio de la población participante

(3) Ciclo 1 =2002-2003, Ciclo 2 = 2003-2004, Ciclo 3 =2004-2005

En este mismo lugar y época Avilán *et al.* (2005 y 2007) determinaron que el período de fructificación para cultivares e híbridos de la raza Mex estuvo alrededor de los 4 meses de duración; mientras en Guat x Ant de 6 a 6,5 meses. Destacan que el acortamiento de los períodos en relación a los señalados en la literatura, está asociado al régimen de temperaturas altas característico de la región. Estos resultados son concordantes con la cantidad de grados-días establecidos por Avilán y Rodríguez (1995) para los diferentes grupos o razas de aguacates plantados en la misma localidad. Constataron que los Mex y Ant para completar su ciclo de fructificación requerían entre 1 963 y 2 852, los Guat entre 3 848 y 4 254, y los híbridos interraciales un valor intermedio de grados-días, respectivamente.

CONCLUSIONES

- En cada CAP fueron determinados tres flujos de crecimiento, el primero al inicio del ciclo y caracterizado por su prolongada duración (5 a 11 semanas), mientras los restantes a mediados y al final del mismo de escasa duración (1 a 3 semanas); en general asociados a los meses de mayor precipitación para la zona. El primer flujo solamente lo anticipó al proceso de floración.
- Los IF ocurrieron entre las semana 16 a la semana 21 correspondientes a los meses finales del año (noviembre y diciembre), de duración muy variable, desde 77 d en el ciclo 1 hasta los 133 d durante el ciclo 2.

- La máxima intensidad de participación de la población en la floración para los diferentes CAP se presentó entre las semanas 25 a la 33 correspondientes a los 2 primeros meses del año (enero-febrero), donde con mayor frecuencia se presentan las temperaturas mínimas mensuales promedio más bajas del año.
- Las temperaturas mínimas de 20 °C y 19 °C fueron las de mayor frecuencia en los 30, 60 y 90 d que precedieron el iF, presentando diferencias significativas y representaron en su conjunto entre el 48,6% y 57,7% de los estratos considerados.
- Las temperaturas máximas diarias durante los meses previos al IF del ciclo 3 se ubicaron entre los 31 °C y 32 °C, superiores a los 25 °C señalado como inhibidora de la iF, sin embargo, el nivel de participación en el proceso fue del 60,7% de la población.
- En los 90 d que precedieron el IF hubo una abundante precipitación, desde 329 hasta 557,5 mm y una ocurrencia de días sin precipitación (0 mm.) entre el 56,6% y el 41,1%, respectivamente.
- El período de fructificación varió de 4,2 a 7 meses de duración.

BIBLIOGRAFÍA

- Aubert, B. et P. Lossois. 1972. Considérations sur la phénologie des espèces fruitières arbustives. *Fruits* 27(4):269-286.

- Avilán, L., E. Soto, M. Pérez, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2007. Fenología de cultivares e híbridos de aguacate de la raza Mexicana en la región centro-norte costera de Venezuela. *Agronomía Trop.* 57(2):89-98.
- Avilán, L., E. Soto, M. Pérez, C. Marín, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2005. Comportamiento fenológico híbridos guatemalteco por antillano de aguacate en la región centro-norte de Venezuela. *Agronomía Trop.* 55(4):535-551.
- Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1997. El aguacatero, principios y técnicas para su producción. Caracas. Venezuela. Espasande Editores. S.R.L. 380 p.
- Avilán, L. y M. Rodríguez. 1997. Descripción y evaluación de la colección de aguacates (*Persea* spp.) del CENIAP. Maracay, Ven. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias; IICA/CreA/PROCIANDINO/FRUTEX. 92 p. (Serie A N° 12).
- Avilán, L., M. Rodríguez y J. Ruiz. 1996. Comportamiento floral de aguacate en Venezuela. *Agronomía Trop.* 46(3):275-287.
- Avilán, L. y M. Rodríguez. 1995. Época de floración y cosecha del aguacate en la región norte de Venezuela. *Agronomía Trop.* 45(1):35-50.
- Avilán, L., E. Escalante, F. Leal y M. Figueroa. 1980. Áreas potenciales para el desarrollo de diferentes especies frutícolas en el país. I Aguacate. *Agronomía Trop.* 30(1-6):105-113.
- Barrientos-Priego, A. y L. López-López. 1998. Memorias Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, Coatepec Harinas. México. pp. 33-51.
- Buttrose, M. and D. Alexander. 1978. Promotion of floral initiation in 'Fuerte' avocado by low temperature and short day length. *Scientia Horticulturae.* 8:213-219.
- Chaikiattiyos, S., C. Menzel and T. Rasmussen. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: Effects of temperature and water supply. *Journal of Horticultural Science* 69(3):397-415.
- Cull B. 1986. A phonological approach to tree crop productivity. *Acta Horticulturae.* 175:151-156.
- Davenport, T. 1986. Avocado flowering. *Horticultural Review* 8:257-289.
- Ewel, L. y J. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. Editorial Sucre. 265 p.
- Fournier, L. 1974. Un método cualitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4):422-423.
- García, A. 1972. Cytogenetical studies in the genus *Persea* (Laureacea). 1 Karidogyof seven species. *Canadian Genetical Cytology.* 17:173-180.
- Gaillard, J. 1987. L'avocatier sa culture, ses produits. France. G.P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T. 419 p.
- Ploetz, R., J. Ramos, J. Parrado, B. Shaffer and S. Lara. 1989. Performance of clonal avocado rootstocks in Dade County, Florida. *Proceedings Florida State Horticultural Society.* 102.234-236.
- Rodríguez-Suppo, F. 1982. El aguacate. México. A.G.T. Editor, S.A. 167 p.
- Salazar-García, S., E. Lord and C. Lovatt. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill) during "on" and "of" crop years. *Journal American Society Horticultural Science.* 123(4):537-544.
- Salazar-García, S. and C. Lovatt. 2000. Use of GA3 to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado. *Journal American Society Horticultural Science.* 125(1):25-30.
- Whiley, A., K. Chapman and J. Saranah. 1988. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* cv Fuerte) during flowering. *Australian Journal Agricultural Research* 39:457-467.
- Valmayor, R. 1967. Cellular development of the avocado from blossom to maturity. *The Philippine Agriculturist* 50(10):907-976.