

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Harvest prediction and control in interspecific hybrid *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* at Colombian west area of palm production. II. Harvest cycle determination in order to obtain high amounts of oil concentration at bunches

Predicción y control de la cosecha en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en la zona palmera occidental de Colombia. II. Determinación del ciclo de cosecha para obtener racimos con alto contenido de aceite

Silvio Bastidas P.¹, Carlos Betancourth G.²,
Cindy Amelia Preciado Q.², Eduardo Peña R.¹, Rafael Reyes C.¹

ABSTRACT

In order to identify the assisted pollination period and the harvest cycle's frequency of the OxG hybrid (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) Corpoica Elmira, four assisted pollination and harvest cycles were assessed with a completely randomized block design with four treatments, in order to obtain high amounts of oil concentration in the bunches. The assisted pollination and harvest cycles of 21-days produced 23.9% oil-bunch ratio (lab results) as the highest extraction ratio compared to other treatments. The following variables: oil to wet mesocarp ratio of parthenocarpic fruit (AcPFFP), oil to bunch ratio based on parthenocarpic fruit (AcRFP), and oil to bunch ratio (AcR), are sensitive to harvest cycles, because they are an indicator of ripeness and harvest quality.

Keywords: hybrid OxG, oil palm, criteria for harvest, harvest cycles, quality of harvest.

RESUMEN

Con el propósito de identificar un periodo de polinización asistida y establecer la frecuencia de los ciclos de cosecha en los híbridos OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) Corpoica Elmira, se evaluó cuatro ciclos de polinización asistida y cosecha, utilizando un diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos para determinar una alta relación de aceite en racimo. La frecuencia de polinización asistida y cosecha por ciclos de 21 días obtuvo un 23,9% de aceite en racimo (laboratorio) con la mayor tasa de extracción en relación a los demás tratamientos. Las variables: aceite en pulpa fresca de frutos partenocárpicos (AcPFFP), aceite en racimo con base en frutos partenocárpicos (AcRFP) y aceite en racimo (AcR), son sensibles a los ciclos de cosecha porque son indicador de madurez y calidad de la cosecha.

Palabras clave: híbridos OxG, palma de aceite, criterios de cosecha, ciclos de cosecha, calidad de la cosecha.

INTRODUCCIÓN

La madurez de los racimos, así como el tiempo que se dedica para su localización durante el proceso de cosecha son factores que afectan la producción de aceite; la madurez es un factor de calidad que interviene en la tasa de extracción, mientras que la búsqueda y localización de los racimos maduros afectan el rendimiento de la mano de obra (León y Granados, 2004).

Un racimo está maduro y cosechable cuando el contenido y calidad del aceite están en un balance óptimo; lo ideal sería cosechar únicamente en este nivel pero en la práctica no es posible (Toong y Yeang, 1993). Cosechar diariamente no es práctico desde el punto de vista de la mano de obra a emplear, área cubierta por día y costos.

En palma de aceite la acumulación de éste es mayor cuando los frutos empiezan a desprenderse del racimo (Taillez *et al.*, 1996). En Tumaco el mayor porcentaje de aceite en racimo se presenta entre 175 y 180 días después de la antesis de las flores femeninas (Chilito y Narváez, 1996; Narváez *et al.*, 1996).

Fecha de recepción 2010-10-07
Fecha de aceptación 2010-11-10

¹ Centro de Investigación Palmira, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. Palmira (Colombia). sbastidas@corpoica.org.co; epena@corpoica.org.co; rreyes@corpoica.org.co

² Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto (Colombia). cбет70@yahoo.com; cindyamelia1@gmail.com

La tasa de extracción de aceite en los híbridos OxG está alrededor del 16-18% (Indupalma, 2007) mientras que en la palma de aceite es de 22 a 24%. La baja tasa de extracción en los híbridos OxG se debe a la pobre relación de aceite en racimo; por lo que se necesita un considerable esfuerzo en mejoramiento genético para llevarlos al nivel de la palma de aceite (Corley y Castro, 2004).

El objetivo de la investigación fue determinar un ciclo de polinización y la frecuencia del correspondiente ciclo de cosecha para obtener la mayor cantidad de aceite en los híbridos OxG Corpoica Elmira bajo condiciones ambientales de la zona palmera de Tumaco-Nariño-Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental El Mira de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica en Tumaco, Colombia, utilizando palmas de los híbridos interespecíficos OxG Corpoica Elmira, obtenidos por cruzamiento entre las especies *Elaeis oleifera* tipo Cereté y *Elaeis guineensis* tipo Deli (Bastidas *et al.*, 2007, 2010) y materiales de laboratorio para los análisis cuantitativos de los racimos.

Se evaluaron cuatro ciclos de polinización y frecuencias de cosecha incluyendo el tratamiento testigo en palmas del híbrido OxG Corpoica Elmira:

1. Ciclos de cosecha cada 7 días (T7D)
2. Ciclos de cosecha cada 15 días (T15D)
3. Ciclos de cosecha cada 21 días (T21D)
4. Testigo, Criterio plantación (TTEST)

Se tomó en cuenta que en cada cosecha, independiente del ciclo, se obtienen racimos en una variada gama de grados de madurez que abarca racimos verdes, maduros y sobremaduros, definidos como racimo verde aquel en el cual no se encuentran alveolos vacíos de frutos desprendidos en forma natural; racimo maduro aquel que ha desprendido mínimo un fruto en forma natural hasta un máximo del 50% de los frutos de la primera capa y el racimo sobremaduro es aquel ha tenido desprendimiento en más del 50% de la primera capa de frutos (Durán *et al.*, 2004). Cuanto más amplio es el ciclo más variada es la gama de madurez, como se indica a continuación (Figura 1):

- **Ciclo de 7 días (T7D):** Racimos en plena madurez (el día central del ciclo, en este caso el día 4), racimos hasta con 3 días de inmadurez (días 5 a 7 del ciclo) y racimos hasta con 3 días de sobre maduración (días 1 a 3 del ciclo).
- **Ciclo de 15 días (T15D):** Racimos en plena madurez (el día central del ciclo, en este caso el día 8), racimos hasta con 7 días de inmadurez (días 9 a 15 del ciclo) y

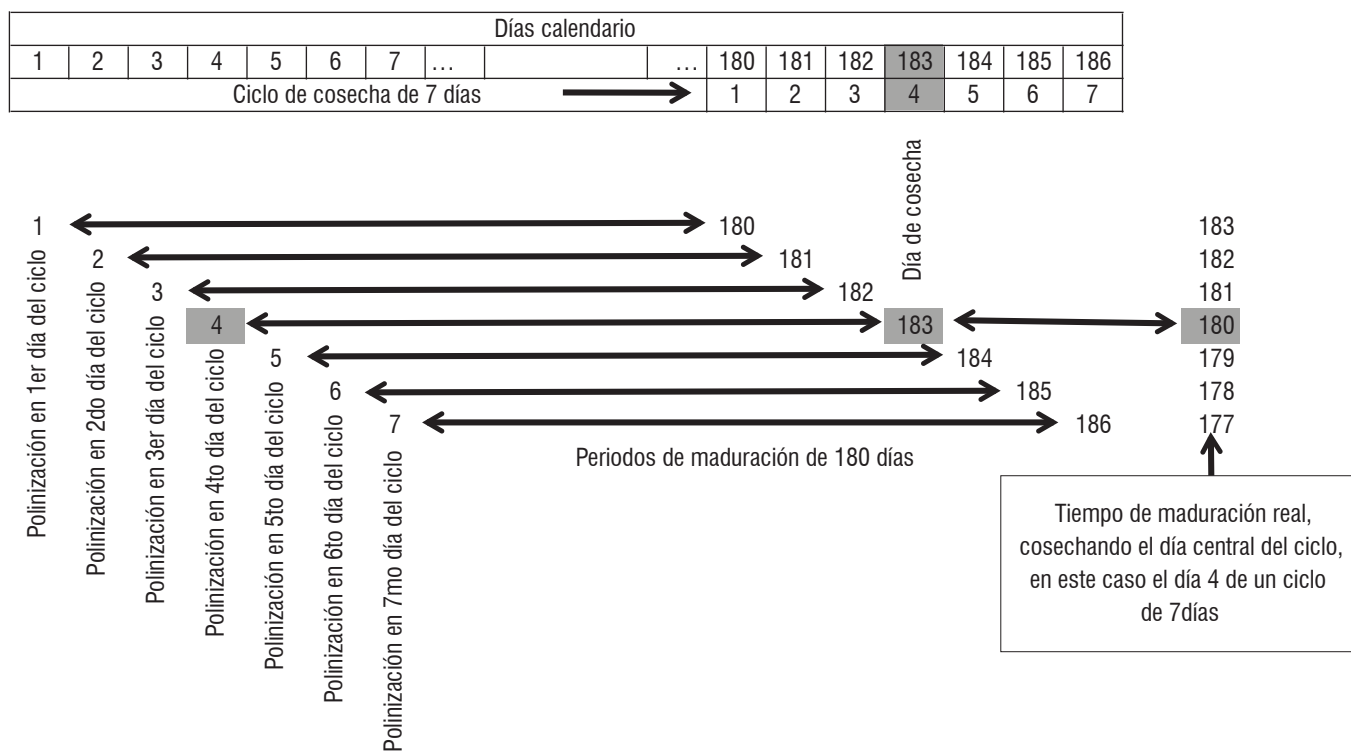


Figura 1. Ciclos de polinización y frecuencia de cosecha, planteados para obtener racimos con alto contenido de aceite.

Tabla 1. Variables determinantes de la producción de aceite en diferentes ciclos de cosecha para el híbrido de palma OxG Corpoica Elmira.

Ciclos de cosecha	PFF (%)	CFF (%)	AcPFFP (%)	AcRFP (%)	AcR (%)
7 días	64,19 a	25,10 b	58,50 a	28,29 a	20,65 a
15 días	54,94 b	32,04 a	70,60 a	32,97 a	23,17 a
21 días	54,95 b	32,81 a	71,01 a	34,13 a	23,89 a
Testigo	49,05 b	36,37 a	35,97 b	16,27 b	13,92 b

PFF, porcentaje de pulpa en frutos fértiles; CFF, porcentaje de cuesco en frutos fértiles; AcPFFP, porcentaje de aceite en pulpa fresca de frutos partenocárpicos; AcRFP, porcentaje de aceite en racimo con base en frutos partenocárpicos; AcR, porcentaje de aceite en racimo.

Las letras distintas sobre las columnas indican diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

racimos hasta con 7 días de sobre maduración (días 1 a 7 del ciclo).

- **Ciclo de 21 días (T21D):** Racimos en plena madurez (el día central del ciclo, en este caso el día 11), racimos hasta con 10 días de inmadurez (días 12 a 21 del ciclo) y racimos hasta con 10 días de sobre maduración (días 1 a 10 del ciclo).

Aplicación de los tratamientos: Para simular las condiciones reales de campo, las fechas de cosecha fueron:

- **T7D:** El día 183 después del primer día de polinización deben cosecharse todos los racimos polinizados durante 7 días.
- **T15D:** El día 187 después del primer día de polinización deben cosecharse todos los racimos polinizados durante 15 días.
- **T21D:** El día 190 después del primer día de polinización deben cosecharse todos los racimos polinizados durante 21 días.
- **TTEST:** Cosecha según criterio de la plantación. En la práctica el operario debe cosechar todos los racimos que a su juicio están maduros.

En los 3 tratamientos T7D, T15D y T21D se asumió que la madurez óptima de los racimos se alcanza 180 días después de la antesis femenina o de la aplicación de polen.

El lote experimental se conformó con 10 hileras de 24 palmas cada una. Las hileras 1 y 10 se utilizaron como bordes de protección; las 8 hileras restantes conformaron 4 bloques de 2 hileras (48 palmas) en cada uno. La unidad experimental correspondió al promedio de todos los racimos polinizados y cosechados en cada repetición del tratamiento, a fin de abarcar todos los grados de madurez del ciclo; el tratamiento T21D tuvo mayor número de racimos polinizados y el tratamiento T7D el menor número de racimos polinizados.

Diariamente se revisaban las 48 palmas de cada tratamiento en busca de inflorescencias femeninas en antesis; una vez ubicadas, fueron polinizadas con 1/6 parte de una

mezcla de 1 g de polen por 5 g de talco inerte. Esta rutina se realizó durante el número de días de cada ciclo en evaluación, esto es 7, 15 y 21 días. Para el TTEST también se polinizó durante 21 días³, con el propósito de suministrar al operario cosechero, suficiente número de racimos de donde escoger los que a su criterio estaban maduros. En el laboratorio de Corpoica El Mira se realizaron los análisis cuantitativos y cualitativos a cada racimo cosechado (Corpoica, 2003). Las variables respuesta fueron: 1) Peso de frutos fértiles; 2) Peso de frutos partenocárpicos; 3) Porcentaje de frutos fértiles; 4) Porcentaje de frutos partenocárpicos; 5) Porcentaje de fruto en racimo; 6) Porcentaje de pulpa en fruto fértil; 7) Porcentaje de cuesco en fruto fértil; 8) Porcentaje de almendra en fruto fértil; 9) Porcentaje de pulpa en fruto partenocárpico; 10) Porcentaje de cuesquillo en fruto partenocárpico; 11) Porcentaje de aceite en pulpa fresca de los frutos fértiles; 12) Porcentaje de aceite en pulpa seca de los frutos fértiles; 13) Porcentaje de aceite en pulpa fresca de los frutos partenocárpicos; 14) Porcentaje de aceite en pulpa seca de los frutos partenocárpicos; 15) Porcentaje de aceite en racimo con base en los frutos fértiles; 16) Porcentaje de aceite en racimo con base en los frutos partenocárpicos y 17) Porcentaje de aceite en racimo. Las anteriores variables fueron estimadas a partir de 10 características medidas directamente de la planta: peso del racimo; peso del raquis del racimo; peso de frutos fértiles, partenocárpicos y abortados; número de frutos fértiles y partenocárpicos; peso de las nueces; peso de los cuesquillos (cuescos sin almendra de frutos partenocárpicos) y peso de la almendra.

Se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias entre ciclos de cosecha, mientras que el mejor tratamiento se identificó con una prueba de medias de Tukey ($P \leq 0,05$). Además, se realizó un análisis de costo-beneficio.

³ De acuerdo con los picos de producción en Tumaco, se deberían utilizar ciclos de cosecha de 7 días en épocas de alta producción (abril, mayo y junio); ciclos de 21 días en épocas de baja producción (julio, agosto, febrero y marzo) y ciclos de 15 días el resto del año; de esta forma se realizarían 29 cosechas en el año equivalentes a ciclos de 13 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 17 variables estudiadas, únicamente el porcentaje de pulpa en frutos fértiles (PFF); porcentaje de cuesco en frutos fértiles (CFF); porcentaje de aceite en pulpa fresca de frutos partenocárpicos (AcPFFP); porcentaje de aceite en racimo con base en frutos partenocárpicos (AcRFP) y porcentaje de aceite en racimo (AcR) presentaron diferencias con evidencia estadística entre tratamientos, indicando que parte de las diferencias se deben al efecto de los tratamientos evaluados (Tabla 1).

Pulpa en frutos fértiles (PFF) y cuesco en frutos fértiles (CFF)

Según Hartley (1988) el crecimiento de los frutos de la palma de aceite, en peso y volumen ocurre durante los 3 primeros meses después de la polinización, luego sigue el endurecimiento del endocarpio (cuesco) hasta los 5,5 meses; después el crecimiento del fruto cesa su desarrollo y empieza la acumulación de aceite. Los tratamientos en evaluación se aplicaron exactamente a los 6 meses, esto es después de la completa formación del fruto; por lo tanto las diferencias estadísticas encontradas para las variables PFF y CFF se deben a factores ajenos a la acción de los tratamientos.

Frutos con alto porcentaje de pulpa pueden proporcionar baja tasa de extracción, por deficiencias en otros compo-

nentes del fruto. En palma de aceite se han encontrado correlaciones negativas (-0,33) entre el PFF y el peso del racimo (Mathews *et al.*, 2004). Otro ejemplo de cómo los frutos con alto contenido de pulpa no son sinónimo de alto contenido de aceite, se presenta cuando la cosecha se realiza antes del punto de madurez óptima, es decir cuando se cosechan racimos verdes, porque estos tienen alto contenido de agua (Durán *et al.*, 2004).

La presencia de cuesco en el fruto depende de una alta proporción de frutos fértiles en racimo. En los híbridos OxG la producción de palmiste (almendra o endospermo) depende directamente de la polinización. Torres *et al.* (2004) encontraron variabilidad en la conformación del cuesco: cuescos sólidos sin almendra, otros con características de Ténera y otros como las Dura de palma de aceite.

Se resalta que el promedio de PFF (55,78%) presentado por palmas del híbrido OxG Corpoica Elmira, es igual al estándar mínimo de los parentales Dura de palma de aceite (55%) reportado por Corley y Tinker (2003).

Porcentaje de aceite en pulpa fresca de frutos partenocárpicos (AcPFFP)

El AcPFFP es otro factor directamente relacionado con la tasa de extracción en los híbridos expresando la cantidad porcentual de aceite presente en la pulpa de este tipo de frutos. El AcPFFP presentó alta variabilidad por efecto de

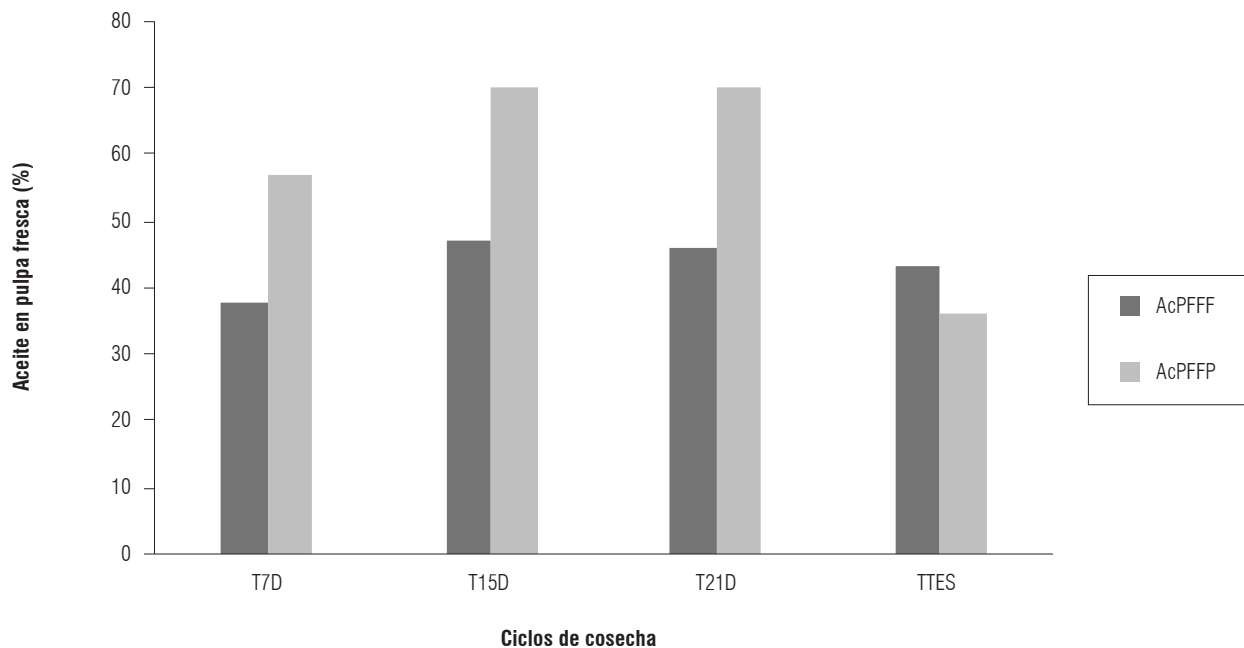


Figura 2. Porcentaje de aceite en pulpa fresca de frutos de los híbridos OxG Corpoica Elmira. AcPFFF, aceite en pulpa fresca de frutos fértiles; AcPFFP, aceite en pulpa fresca de frutos partenocárpicos. T7D, a los 183 días después del primer día de polinización, se cosecha todos los racimos polinizados durante 7 días; T15D, a los 187 días después del primer día de polinización, se cosecha todos los racimos polinizados durante 15 días; T21D, a los 190 después del primer día de polinización, se cosecha todos los racimos polinizados durante 21 días; TTES, se cosecha a criterio de la plantación.

los tratamientos, desde 35,97% para los frutos del testigo hasta 71,01% en los frutos del T21 días. El promedio de AcPFFP en palmas del híbrido OxG Corpoica Elmira fue 59,02% y el coeficiente de variación 14,96%.

Para AcPFFP se detectó diferencias estadísticas con 95% de probabilidades entre tratamientos, indicando que los ciclos de cosecha afectan el grado de expresión del AcPFFP. Según la prueba Tukey se produce mayor cantidad de AcPFFP cuando la cosecha se realiza con ciclos de 21 días; la razón de este comportamiento es que la síntesis de aceite en la pulpa se acompaña con la pérdida de agua; alto contenido de aceite en pulpa indica bajo contenido de agua (Henson, 2001).

La ventaja de los frutos partenocárpicos de los híbridos OxG sobre los partenocárpicos de la palma de aceite, es que los primeros se desarrollan, maduran y producen aceite como los frutos fértiles, además estos frutos se producen por polinización natural. Esta característica es controversial, para algunos dificulta el proceso de extracción de aceite, mientras para otros mejora la tasa de extracción, ya que el porcentaje de pulpa en los frutos partenocárpicos puede llegar a 98%.

La Figura 2 representa la comparación entre AcPFFF y AcPFFP; se aprecia que el grado de expresión de estas dos características está directamente relacionado puesto que presentan variaciones paralelas según cada uno de los tratamientos. Independiente de los ciclos de cosecha, los resultados indican que AcPFFP es mayor que AcPFFF, excepto para tratamiento testigo. Este comportamiento es contrario al encontrado en la primera parte de este estudio lo cual confirma que las diferencias se deben a factores ajenos al efecto de los tratamientos.

Porcentaje de aceite en racimo con base en frutos partenocárpicos (AcRFP)

Este factor relacionado con la tasa de extracción de aceite expresa la cantidad de aceite en racimo con base en los frutos partenocárpicos. El AcRFP presentó alto coeficiente de variación (14,35%) lo cual se refleja en la amplia variación entre tratamientos, desde 16,27% para los frutos del TTES hasta 34,13% en los frutos del T21 días. El porcentaje pro-

medio de AcRFP fue 27,91%. Este resultado es promisorio para los palmicultores medianos y pequeños que tienen dificultades para aplicar polinización asistida, en la medida que los híbridos fructifiquen sin necesidad de esta práctica, como el híbrido OxG Corpoica Elmira.

El análisis de varianza mostró diferencias entre tratamientos ($P \leq 0,01$) indicando que los ciclos de cosecha modifican la cantidad de AcRFP; esto es, las palmas cosechadas con ciclos de 21 días producen mayor tasa de extracción de aceite con base en los frutos partenocárpicos que el resto de tratamientos (Tabla 2).

La Figura 3 compara el comportamiento de las variables AcRFF y AcRFP. Se observa una tendencia proporcional en cada uno de los tratamientos, siendo mayor la participación de los frutos partenocárpicos independiente del ciclo de cosecha, lo cual confirma la importancia de este tipo de frutos en la producción de aceite del híbrido.

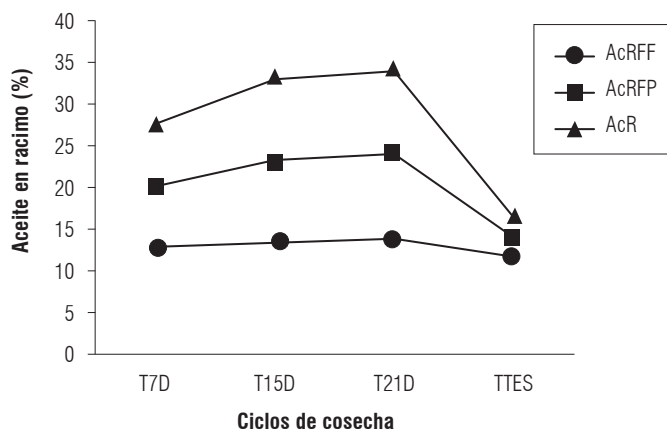


Figura 3. Porcentaje de aceite en racimo de los híbridos OxG Corpoica Elmira. AcRFF, aceite en racimo de frutos fértiles; AcRFP, aceite en racimo de frutos partenocárpicos; AcR, aceite en racimo. T7D, a los 183 días después del primer día de polinización, se cosecha todos los racimos polinizados durante 7 días; T15D, a los 187 días después del primer día de polinización, se cosecha todos los racimos polinizados durante 15 días; T21D, a los 190 después del primer día de polinización, se cosecha todos los racimos polinizados durante 21 días; TTES, se cosecha a criterio de la plantación.

Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza, grado de significancia y coeficientes de variación.

F de V	GL	PFF	CFF	AcPFFP	AcRFP	AcR
Tratamientos	3	156,56 **	88,90 **	1079,23 **	266,45 **	82,63 **
Bloques	3	24,83	5,36	141,28	21,89	9,40
Error	9	15,97	4,34	78,02	16,06	8,25
CV (%)		7,16	6,59	14,96	14,35	14,08

PFF, porcentaje de pulpa en frutos fértiles; CFF, porcentaje de cuesco en frutos fértiles; AcPFFP, porcentaje de aceite en pulpa fresca de frutos partenocárpicos; AcRFP, porcentaje de aceite en racimo con base en frutos partenocárpicos; AcR, porcentaje de aceite en racimo.

* Diferencias significativas ($P \leq 0,05$). ** Diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$).

En la Figura 3 la AcR presenta un comportamiento intermedio entre los dos tipos de fruto en cada uno de los tratamientos, esto es debido a que AcR se estimó mediante el promedio de AcRFF y AcRFP. Lo importante es que ambos tipos de fruto contribuyen positivamente al porcentaje de aceite en racimo.

Los racimos de los híbridos OxG presentan proporciones de frutos fértiles de 14 a 42%; frutos partenocárpicos rojos entre 22 y 49% y frutos partenocárpicos blancos entre 10 y 44% (Zambrano, 2004). Rey *et al.* (2007) encontraron que los racimos del híbrido Coari x La Mé presentan 62% de frutos partenocárpicos; estas aseveraciones magnifican la importancia de los frutos partenocárpicos en la producción de aceite.

Porcentaje de aceite en racimo (AcR)

El AcR expresa la cantidad porcentual de aceite en cada racimo cosechado; con base en este indicador de productividad se hacen las proyecciones de producción de aceite y se pactan los precios de compra de racimos de fruta fresca a los productores en campo. El AcR presentó variabilidad moderada entre tratamientos desde 13,92% para los racimos del tratamiento testigo hasta 23,89% en los racimos del T21 días; este resultado es promisorio tomando en cuenta que los análisis de laboratorio se realizaron sobre racimos cosechados entre el primero y segundo año de producción (normalmente estos análisis se realizan a partir del año 4 y 5 de producción, cuando las características de frutos y racimos tienden a estabilizarse).

Para el AcR se presentó diferencias estadísticas significativas, indicando que parte de éstas diferencias se deben a la acción o efecto de los ciclos de cosecha, dejando otra parte importante al efecto genético. El mejor tratamiento consiste en cosechar con ciclos de 21 días puesto que se obtienen racimos con mayor porcentaje de aceite y por lo tanto, mayor tasa de extracción en planta extractora. Estudios realizados en palma de aceite indican que no existen diferencias estadísticas en el porcentaje de AcR con respecto a al número de frutos desprendidos (usados como criterio de cosecha) pero sí con la tasa de extracción de aceite, indicando que el grado de madurez de los racimos es proporcional a la tasa de extracción de aceite (Ruiz, 2005).

Los híbridos OxG presentan cualidades que permiten establecer ciclos de cosecha de 21 días todo el año, tales como: los frutos permanecen mayor tiempo adheridos a las espigas del racimo que los frutos de la palma de aceite; el aceite con ácidos grasos insaturados se acidifica menos

y por esto los racimos pueden mantenerse mayor tiempo después del corte (Amblard *et al.*, 2000).

En palma de aceite se considera que es mejor utilizar ciclos de 7 días, porque permite hacer cuatro entregas de fruto por mes, mejora el flujo de caja, facilita la programación de recursos humanos, maquinaria y equipos, incrementando su eficiencia (León y Granados, 2004).

El bajo AcR del tratamiento testigo (criterio de la plantación) indica el desconocimiento de los cosecheros con respecto al estado óptimo de madurez de los racimos y los ciclos de cosecha del material híbrido. En parte esto se debe a que en los híbridos OxG aún no se han identificado indicadores visuales de madurez confiables, como si existen en la palma de aceite, por ejemplo, el número de frutos desprendidos o el color de la pulpa del fruto.

Estimaciones de producción

Con seis meses de anticipación a la cosecha es posible hacer proyecciones con alta precisión y nivel de confianza en cuanto a producción de racimos de fruta fresca, con base en el periodo de maduración y en los ciclos de polinización asistida, utilizando la siguiente fórmula:

$$P/CC = (NIP - NIM) * PPR$$

donde:

P/CC =	Producción estimada por ciclo de cosecha por lote o parcela (kg)
NIP =	Número de inflorescencias polinizadas en el lote o parcela durante un ciclo completo de polinización, por ejemplo un ciclo de 21 días
NIM =	Número promedio de inflorescencias malogradas por ciclo de cosecha en cosechas anteriores en el mismo lote o parcela
PPR =	Peso promedio por racimo, con base en el peso de los racimos de cosechas anteriores en el mismo lote o parcela (kg)

Para hacer predicciones de cosecha por año, únicamente se agrega un factor a la ecuación anterior, correspondiente al número de cosechas a realizar por año:

$$P/A = (NIP - NIM) * PPR * 17$$

donde,

P/A =	Producción estimada por año por lote o parcela (kg)
17 =	Número de cosechas por año para ciclos de 21 días

Para híbridos OxG que no requieren polinización asistida, NIP será igual al número de inflorescencias en antesis durante un ciclo completo de 21 días (es necesario llevar registro de inflorescencias en antesis).

En la práctica, el procedimiento para el híbrido OxG Corpoica Elmira es el siguiente: 1) utilizar ciclos de poliniza-

ción de 21 días, polinizar pasando un día todas las flores en antesis; 2) registrar en formatos de campo y marcar con pintura todas las flores polinizadas; 3) registrar como día uno (1) el primer día de polinización asistida; 4) programar la cosecha para el día 190 después del primer día de polinización. Con este procedimiento además de estimar el volumen de producción, se realiza el control de calidad, puesto que el día 190, día de la cosecha, se cortarían únicamente racimos en óptima madurez y racimos sobre maduros (racimos con 170 hasta 190 días de maduración) y ningún racimo verde.

Cuando no se realiza polinización asistida (híbridos que no requieren de esta práctica) la recomendación es la siguiente: 1) contar y registrar las flores femeninas en antesis por ciclos de 21 días; 2) cortar todos los racimos registrados, durante el ciclo, el día 190 después del primer día de registro de antesis. En ambos casos la frecuencia de cosecha también debe ser cada 21 días. Con esta recomendación se evita la cosecha de racimos inmaduros o verdes, que son los que producen menor cantidad de aceite.

CONCLUSIONES

Con ciclos de polinización asistida de 21 días y frecuencias de cosecha cada 21 días, se obtienen racimos con 23,9% de extracción de aceite en laboratorio en palmas

del híbrido OxG Corpoica Elmira de 4 a 5 años de sembradas en campo.

Realizar la cosecha 190 días después del primer día de polinización, usando ciclos de 21 días de polinización o conteo de flores en antesis, se evita la cosecha de racimos verdes que son los que castigan la tasa de extracción de aceite.

Las variables AcPFFP, AcRFP y AcR fueron sensibles a los ciclos de cosecha, por lo tanto, su grado de expresión es un indicador de madurez y/o calidad de la cosecha.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación recibida a través del Proyecto "Comportamiento de los híbridos F1 y RC1 entre las especies *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis* en pruebas comerciales frente a la enfermedad pudrición del cogollo de la zona palmera occidental", Convenio No. 057/2007; Contrato N° 2007R7389 312-995/2007; de igual manera agradecen a la empresa Palmas de Tumaco S.A., a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica y a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño por la colaboración y apoyo recibidos durante la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amblard P, Berthud A, Durand GT. 2000. Las semillas de palma de aceite comercializadas por el CIRAD presente y futuro. *Rev Palmas* 21(Número especial Tomo II):300-308.
- Bastidas S, Peña E, Reyes R, Pérez J, Tolosa W. 2007. Comportamiento agronómico del cultivar híbrido RC1 de Palma de aceite (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) x *Elaeis guineensis*. *Rev Corpoica* 8(1):5-11.
- Bastidas S, Peña E, Reyes R, Medina C, Villa A, Tolosa W. 2010. Pruebas agronómicas para certificar la tolerancia de los híbridos OxG a pudrición del cogollo. Fase I (Resumen ejecutivo). *Ciencia y Tecnología para la Competitividad del Sector Agropecuario 2002 – 2010*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, <http://www.agronet.gov.co/BibliotecaDigital.html>; consulta: junio de 2011. pp. 158-159.
- Chilito L, Narváez J. 1996. Determinación de la madurez óptima de cosecha para la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región de Tumaco, Nariño [Tesis de grado]. Pasto, Colombia: Facultad de Ciencias Agrícola, Universidad de Nariño.
- Corley RHV, Castro JF. 2004 Programa de mejoramiento de palma de aceite de Unipalma. *Rev Palmas* 25(Número especial, 2):311-325.
- Corley RHV, Tinker PB. 2003. *The oil palm*. 4a ed. Oxford, UK: Blackwell Science. 562 p.
- [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2003. Metodología para análisis físico químico de racimos de palma de aceite *Elaeis guineensis* en la Estación Experimental El Mira. Tumaco, Colombia: Corpoica. 10 p.
- Durán SQ, Sierra RGA, García NJA. 2004. Potencial de aceite en racimos de palma de aceite de diferente calidad y su influencia en el potencial y extracción de aceite en la planta de beneficio. *Rev Palmas* 25(Número especial, Tomo II):501-508.
- Hartley CWS. 1988. *The oil palm (Elaeis guineensis Jacq.)*. 3a ed. Tropical Agriculture Series. Londres: Longman Group. 761 p.
- Henson I. 2001. Marco analítico para identificar los factores que determinan las tasas de extracción de aceite. *Rev Palmas* 22(3):29-38.
- Indupalma. 2007. Características generales de los híbridos interespecíficos de palma *E. oleifera* x *E. guineensis*. Bogotá: Indupalma.
- León QA, Granados JF. 2004. Identificación de palmas con racimos a cosechar: una estrategia para incrementar la productividad de la agroindustria de la palma de aceite. *Rev Palmas* 25(Número especial, Tomo II):476-481.
- Mathews J, Lee AK, Clarence PJ, Chung MY, Rao S. 2004 Contenido de aceite en el racimo y mesocarpio del fruto en la palma de aceite y algunos de sus factores fisiológicos y agronómicos. *Rev Palmas* 25(4):11-29.
- Narváez JJ, Chilito DLA, Bastidas PS. 1996. Determinación de la madurez óptima de cosecha para la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región de Tumaco, Nariño. *Rev Palmas* 17(4):15-22.
- Rey BL, Gelves F, Santacruz AL. 2007. Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *E. oleifera* x *E. guineensis* en la plantación Guacaramo S.A. en la zona oriental de Colombia. Tumaco: Fedepalma.
- Ruiz RR. 2005. Desarrollo del racimo y formación de aceite en diferentes épocas del año según las condiciones de la Zona Norte. *Rev Palmas* 26(4):37-51.
- Taillez B, Siaka Coulibaly M, Bonny CP, Jacquemard JC. 1996. La maduración de los racimos de palma y los criterios de cosecha en Palmindustrie (Costa de Marfil). *Rev Palmas* 17(1):29-37.
- Toong TH, Yeang TS. 1993. Normas de cosecha y control de calidad para una mayor productividad de la palma africana. *Rev Palmas* 14(2):63-70.
- Torres VM, Rey BL, Gelves RF, Santacruz L. 2004. Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en la plantación Guacaramo S.A. *Rev Palmas* 25(Número especial, Tomo II):350-357.
- Zambrano JE. 2004. Los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* H.B.K. por *Elaeis guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la zona oriental de Colombia. *Rev Palmas* 25(Número especial, Tomo II):339-349.