

# El híbrido OxG Amazon: una alternativa para regiones afectadas por Pudrición del cogollo en palma de aceite

The Hybrid OxG Amazon: an Alternative for Regions Affected by Bud Rot in Oil Palm



**Amancio Alvarado**

ASD Costa Rica (Agricultural Services & Development),  
P.O Box 30-1000 San José,  
a.alvarado@ASD-cr.com.

**Ricardo Escobar**

ASD Costa Rica.

**J. Henry**

ASD Costa Rica.

## Palabras CLAVE

Híbrido OxG Amazon, Pudrición del cogollo, *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG), Pisíferas.

Amazon OxG hybrids, Bud Rot, *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG), Pisíferas.



## Resumen

La creación de los híbridos OxG involucra el uso de dos fuentes de germoplasma: la población materna oleífera y la población *E. guineensis* como fuente de polen. ASD Costa Rica reunió una amplia colección de *E. oleifera*, la cual abarca introducciones de todos los países de Centro y Suramérica, donde esta especie tiene su centro de origen. Desde 1970, varias combinaciones de híbridos OxG fueron evaluadas en Costa Rica y una de ellas sobresalió debido a su alto potencial de producción (>300 kg/palma/año), reducida tasa de incremento de altura del tronco, y hojas cortas similares a las palmas *E. guineensis*. Esta última característica hace posible la siembra a la densidad estándar de 143 palmas/ha. Este híbrido también mostró menor cobertura de las inflorescencias femeninas en antesis por las espatas en comparación con otros híbridos y autocompatibilidad (desarrollo de frutos fértiles en el racimo a partir de polinización con su propio polen). Esta combinación particular fue llamada Amazon; su origen genético involucra palmas madres de Manaos (Brasil), cruzadas con Pisíferas de la población compacta de ASD, la cual también posee genes oleífera (6-12%), dentro de su composición genética. Dicha condición hace que el híbrido Amazon contenga dentro de su genoma 53-56% de genes de oleífera, en comparación con otros OxG que solamente tienen 50%.

Semillas del híbrido Amazon fueron liberadas para su uso comercial en Tumaco (Colombia), Brasil, Perú, Ecuador y Nicaragua, desde 2008. El contenido de aceite en el racimo en la primera generación de Amazon, sembrada en 1993 fue relativamente bajo (18%); pero los primeros resultados observados con el nuevo híbrido muestran alta tolerancia a la pudrición letal del cogollo (<1%) y una baja proporción (<10%) de palmas con androginia durante los primeros años en el campo. Además, las hojas de Amazon son más cortas que las de otros O<sub>x</sub>G de la misma edad: 364 cm *vs.* 417 cm (31 meses de edad). El rendimiento inicial de fruta fresca es promisorio (9,8-12,3 t/ha/año entre los 30 y 42 meses de edad). Las nuevas combinaciones genéticas indican que existen muy buenas expectativas para continuar aumentando el contenido de aceite en el racimo.

## Abstract

The development of O<sub>x</sub>G hybrids involves using two germoplasm sources: oleifera mother population and *E. guineensis* population as pollen source. ASD Costa Rica gathered an ample collection of *E. oleifera* comprising introductions from all Central and South American countries, where this species has its centre of origin. Since 1970, several combinations of O<sub>x</sub>G hybrids were assessed in Costa Rica, one of them stood out due to its high yield potential (>300 kg/palm/year), reduced rate of height growth of the trunk, and short leaves similar to *E. guineensis* palms. This last characteristic enables planting this hybrid at the standard density of 143 palms/ha. This hybrid also showed less coverage of female inflorescences at anthesis around the spathe in comparison to other hybrids and self-compatibility (development of fertile fruit in the bunch from pollination with its own pollen). This particular combination was named Amazon. Its genetic origin involves mother palms from Manaus, Brasil, crossed with pisíferas from ASD's compact population, which also has oleifera genes (6-12%), within its genetic composition. Such condition enables the Amazon hybrid to contain 53-56% oleifera genes within its genome, in comparison to other O<sub>x</sub>G that only have 50%.

Amazon hybrid seeds were released for commercial use in Tumaco (Colombia), Peru, Ecuador, and Nicaragua, since 2008. Bunch oil content in Amazon first generation, planted in 1993 was relatively low (18%); but the first results observed with the new hybrid show high tolerance to lethal bud rot (<1%) and low percentage (<10%) of palms with androgyny during the first years in the field. Furthermore, Amazon leaves are shorter than those of other O<sub>x</sub>G of the same age: 364 cm *vs.* 417 cm (31 months old). Initial yield of fresh fruit is promising (9.8-12.3 t/ha/year between 30 and 42 months old). The new genetic combinations indicate that there are very good expectations to continue increasing bunch oil content.



## Introducción

La Pudrición del cogollo (PC) han limitado la expansión de la palma de aceite en varias regiones de América tropical (Le Guen *et al.*, 1991; Franqueville, 2001; Chinchilla, 2010). De manera adicional al mejoramiento de las prácticas agrícolas como medio de prevenir o

atenuar los efectos de la PC, el uso de híbridos O<sub>x</sub>G se ha considerado una parte fundamental para el manejo de estos desórdenes. Sin embargo, la resistencia de los híbridos O<sub>x</sub>G a la PC no es completa, y distintos cruces de madres oleífera de las regiones de Amazonia



y América Central han mostrado un grado de incidencia variable (0-81%), entre el quinto y el décimo año de edad en el campo (Barba *et al.*, 2010a). A pesar de la tolerancia de algunos híbridos OxG a la PC, no existe aún una variedad consolidada como alternativa a las variedades *E. guineensis*, principalmente por causa de su menor tasa de extracción de aceite, crecimiento vigoroso y deficiente polinización natural.

Este artículo resume las características de un híbrido OxG excepcional, seleccionado dentro de un grupo de cruces entre palmas madres oleífera nativas de Manaos (Brasil), cruzadas con Pisíferas compactas (las cuales también poseen genes oleífera (6-12%), dentro de su composición genética). Esta combinación fue llamada Amazon y tiene características favorables en comparación con otros híbridos. Entre ellas destacan sus hojas más cortas, similares a *E. guineensis*, menor cobertura (por espatas) de las inflorescencias femeninas en anthesis y autocompatibilidad (desarrollo de frutos fértiles en el racimo a partir de polinización con su propio polen).

## Los híbridos OxG en América tropical

En algunas regiones de Colombia y Ecuador, donde la siembra de variedades tradicionales de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) está limitada por la presencia del complejo de Pudrición del cogollo, se ha intensificado el uso de variedades de híbridos OxG. Aproximadamente 33.000 hectáreas han sido sembradas con híbridos (12.000 en Colombia y 21.000 en Ecuador) y la mayor parte de esta área está ocupada por híbridos creados con oleífera de Brasil. Amazon ocupa unas 2.700 hectáreas en Colombia y 600 en Ecuador.

La mayor parte de las plantaciones con híbridos OxG en América del Sur fueron desarrolladas usando materiales provenientes de oleíferas de Brasil. Estas son denominadas, por su origen, Coarí (la de uso más frecuente), Manicoré, Tefé y Manaos. La diferencia entre los híbridos es la fuente de polen usada: Coarí y Manicoré: La Mé, Manaos: compacta (fuente de polen compuesta, exclusiva de ASD). La

mayoría de las plantaciones de híbridos OxG fueron sembradas a una densidad de 116 palmas/ha (10 x10 m), mientras que las del híbrido Amazon se establecieron a 128 o 143 palmas/ha (9,5 m y 9 m en triángulo, respectivamente). Otros híbridos que usan oleífera provenientes de la región de Taisha (Ecuador) y de otros orígenes menos conocidos, también están siendo usados comercialmente.

## Evaluación inicial del germoplasma de *E. oleífera* y origen del Amazon

Durante el periodo entre 1967 y 1970, ASD estableció una colección de oleífera con 326 accesiones provenientes de distintas regiones de Costa Rica, Panamá y Colombia. La mayoría de estos materiales tenían un bajo contenido de aceite en el racimo (4,3-7,5%) (Escobar, 1980), lo cual fue luego corroborado por Mohd Din, Rajanaidu y Jalani (2000).

El trabajo de mejoramiento utilizando el germoplasma de oleífera en ASD comenzó en 1978, con el establecimiento de una prueba de progenies que evaluó 236 combinaciones OxG: 105 palmas oleífera de trece regiones de América Central y de Colombia. Como fuentes de polen se usaron seis orígenes *E. guineensis* (Avros, Ekona, Ulu Remis, Yangambi, Waifor y un compuesto Deli-Yangambi). Se encontró gran variación en la producción de fruta (46-216 kg/palma/año) y el contenido de aceite en el racimo varió entre 13 y 21%. El crecimiento a los nueve años fue más vigoroso en los híbridos OxG cuando se comparó con el testigo *E. guineensis* (variedad Deli x Avros): hojas de 7,7- 8,5 m de largo en el híbrido y 6,9 m en el testigo (Sterling, *et al.*, 1999).

En Ecuador, Barba *et al.* (2010b) estudiaron híbridos OxG de diferentes orígenes oleífera y encontraron que el origen Manicoré (Brasil) transmitió el mayor contenido de aceite en el racimo (23,4%), mientras que la mayor producción de racimos se obtuvo con híbridos provenientes de oleífera de Armuelles (Panamá). El mayor contenido de aceite se obtuvo usando Avros como fuente de polen. Los autores recomendaron no establecer plantaciones

de híbridos a densidades mayores a 128 palmas/ha, debido al crecimiento vigoroso observado en las progenies evaluadas.

Un grupo de 36 híbridos<sup>1</sup> (869 palmas) fueron sembrados por ASD en 1993 en el Atlántico Norte de Panamá, para evaluar la tolerancia a la Pudrición del cogollo. Estos mostraron 1,4% de casos de PC, comparado con el testigo Deli x Avros, que alcanzó 17,7% de incidencia. Con base en esta experiencia preliminar, dos oleíferas provenientes de la región de Manaus (Brasil), las cuales mostraron la mayor tolerancia<sup>2</sup> a la Pudrición del cogollo, fueron cruzadas con Pisíferas compactas de la primera generación de retrocruzamiento (BC<sub>1</sub>). Este hecho originó un híbrido particular con hojas cortas y alta producción de fruta, que se describe a continuación.

## El híbrido Amazon de la primera generación

### Antecedentes

El programa de mejoramiento genético en palma de aceite de ASD Costa Rica se concentró en el uso del germoplasma *E. guineensis*; razón por la cual el mejoramiento de los híbridos OxG no fue una prioridad, debido a su menor atracción desde el punto de vista comercial. La mayoría de los híbridos OxG tienen crecimiento excesivo, requieren polinización asistida y tienen menor productividad de aceite por hectárea. Sin embargo, producen aceite con mayor grado de insaturación que *E. guineensis* y toleran mejor las distintas variaciones del complejo de Pudrición del cogollo.

Atendiendo la demanda del mercado por semillas de híbridos, en zonas afectadas por la Pudrición del cogollo, ASD liberó un nuevo híbrido denominado Amazon, el cual tiene mayor proporción de genes *Elaeis oleifera* que los otros OxG de uso tradicional. Por lo general se acepta que la tolerancia de los híbridos a

la PC es el resultado de los genes heredados de la especie *Elaeis oleifera*; por tanto, se espera que el híbrido Amazon posea alta tolerancia debido a esa mayor concentración de oleífera (más del 50%).

### Origen de la primera generación de Amazon

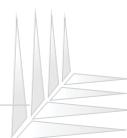
El carácter o “gen” compacto (tronco y hojas cortas) fue fijado después de tres ciclos de retrocruzamiento, sobre una palma de características excepcionales, con hojas cortas y reducida tasa de crecimiento del tronco, conocida como palma compacta original (PCO). Esta palma tenía una pobre composición del racimo y baja producción de aceite. Para fijar el carácter compacto fueron necesarios más de 35 años de evaluaciones de campo (Sterling, Richardson y Chaves, 1987; Escobar y Alvarado, 2004; Alvarado et al., 2006).

La PCO tenía proporcionalmente 25% de genes oleífera en su genoma. Para incrementar su potencial de producción fueron usadas, en los ciclos de retrocruzamiento, varias fuentes *E. guineensis* mejoradas. Este proceso generó diferentes poblaciones recombinantes, mezclando genes de *E. oleifera* y de *E. guineensis* en diversas proporciones (Escobar y Alvarado, 2004) (Tabla 1). El híbrido Amazon de primera generación, al cual hace referencia este artículo, posee 56,25% de genes oleífera: 50% de la palma madre y 6,25% del padre compacto del primer ciclo de retrocruzamiento (BC<sub>1</sub>) (Tabla 1). El resto de los genes (43,75%) son de origen *E. guineensis*, provenientes de diversas poblaciones avanzadas, que forman parte de contenido genético de la población compacta.

### Crecimiento vegetativo y producción de fruta

La primera generación del híbrido OxG Amazon se caracterizó a partir de 42 sembradas en 1993 en Coto<sup>3</sup>, Costa Rica. Como referencia,

1. Origen de las oleíferas: Surinam, Manaus-Brasil (ambas de nuevas introducciones a ASD en 1979), Penonomé-Panamá, compuesto Quepos/Palmar - Costa Rica, compuesto Palmar/polen desconocido y Palmar; cruzadas con Pisíferas *E. guineensis* Avros, Ghana, La Mé y Ekona.
2. Una mostró resistencia total y otra solo 8% de palmas afectadas.
3. Esta localidad tiene condiciones agroclimáticas que favorecen un crecimiento vigoroso, debido a sus más de 4.000 mm de lluvia anual y a la alta fertilidad de los suelos. Lo anterior significa que una variedad de hoja corta es el resultado de su expresión genética y no de un crecimiento deficiente.



**Tabla 1.** Concentración (proporción teórica) de genes *E. oleifera* en varias poblaciones compactas.

Población	Genes <i>E. oleifera</i> (%)
Híbrido OxG (polinización abierta)	50
Palma compacta original (PCO)*	25
<b>Primer retrocruce (BC<sub>1</sub>)</b>	<b>12,5</b>
Subpoblación: BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	12,5
Subpoblación: BC <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	12,5
Subpoblación: BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub> x <i>E. guineensis</i>	6,25
<b>Segundo retrocruce (BC<sub>2</sub>)</b>	<b>6,25</b>
Subpoblación: BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	6,25
<b>Tercer retrocruce (BC<sub>3</sub>)</b>	<b>3,125%</b>

\*. Originada de semillas de polinización abierta.

la información fue comparada con datos promedio de la variedad *E. guineensis* Deli x Avros (Alvarado, Escobar y Peralta, 2010).

El híbrido Amazon tiene hojas con longitudes similares o más cortas que las variedades *E. guineensis* convencionales; característica que le permite ser sembrado a la densidad estándar de 143 palmas/ha (9x9 m). La longitud foliar promedio (peciolo+raquis) a los 14 años de edad fue de 697 cm, similar a la variedad Deli x Avros, de la misma edad (Tabla 2). Esta característica es una clara ventaja sobre otros híbridos OxG, cuyas hojas son mayores a 9 m. Otra característica destacable es que los peciolo de Amazon son más delgados que en *E. guineensis* (sección transversal del peciolo de 22,0 cm<sup>2</sup> vs. 26,7 cm<sup>2</sup>), lo cual eventualmente facilitaría las labores de cosecha y poda (Tabla 2).

El potencial de producción de racimos (RFF) de los híbridos OxG es normalmente similar o superior al de las variedades *E. guineensis* (Le Guen *et al.*, 1991; Sterling *et al.*, 1999). La primera generación de Amazon produjo un

**Tabla 2.** Características vegetativas de la primera generación del híbrido OxG Amazon.

Variedad	LHJ (cm)	PxS (cm <sup>2</sup> )	AT (m)
Híbrido OxG Amazon	697	22,0	2,6
Deli x Avros	704	26,7	6,9

LHJ: longitud foliar

PxS: sección transversal del peciolo

AT: altura del tronco

valor promedio de 227,5 kg/palma/año (32,5 t/ha/año, fase adulta) sin polinización asistida; lo cual fue superior a la variedad Deli x Avros, que produjo 174,8 kg/palma/año (24,9 t/ha/año) (Tabla 3). Se especula que la buena formación del racimo en esta parcela de Amazon se debió en parte al suplemento de polen de parcelas *E. guineensis* cercanas.

A pesar de las ventajas mencionadas, el contenido de aceite fue bajo en Amazon: (18,5% de aceite en el racimo en laboratorio, lo que equivale a una tasa de extracción industrial esperada de 16,1%, inferior a la variedad *E. guineensis* de 24,3%). No obstante, en términos de potencial de producción por hectárea, el híbrido podría alcanzar 5,2 t de aceite/ha/año contra 6,2 en *E. guineensis* (Tabla 3).

### Cobertura de las inflorescencias femeninas y compatibilidad del polen

La polinización natural de los híbridos OxG tradicionales (con la posible excepción del origen Taisha) está limitada en parte por la persistencia de las espatas que cubren la inflorescencia femenina durante la antesis. Existe evidencia de un posible efecto paterno en el grado de cobertura de la inflorescencia y en el caso de Amazon (con padres Pisíferas de la población compacta de ASD), la cobertura de la inflorescencia es de aproximadamente 50%, lo cual favorece la polinización natural.

La autocompatibilidad del polen de Amazon se evaluó mediante polinización asistida en palmas adultas (15-17 años), usando una

**Tabla 3.** Composición del racimo y potencial de producción de racimos de la primera generación del híbrido OxG Amazon, Coto, Costa Rica (promedio de 42 palmas).

Variedad	RFF	PR	NR	FF/R	FP/R	F/R	M/F	A/MF	TEI	A/ha
OxG Amazon	227,5	18,5	12,3	42,2	15,5	57,7	67,2	43,0	16,1	5,2
Deli x Avros	174,8	21,3	8,2	68,2	2,5	70,7	87,9	47,8	24,3	6,2

RFF: racimos de fruta fresca en kg/palma/año (fase adulta)

PR: peso promedio del racimo kg

NR: número de racimos/palma/año

FF/R: frutos fértiles en el racimo %

FP/R: frutos partenocárpicos en el racimo %

F/R: frutos en el racimo %

M/F: mesocarpio en el fruto %

A/MF: aceite en el mesocarpio en frutos fértiles %

TEI: aceite en el racimo x 0,855 (tasa de extracción industrial estimada)

A/ha: aceite por hectárea (calculado usando la TEI)

mezcla de polen del mismo híbrido (proveniente de varios individuos) con la cual se polinizaron dieciséis inflorescencias. La proporción de frutos fértiles en el racimo obtenida fue baja, comparada con racimos polinizados con una mezcla de polen *E. guineensis* (31% vs. 49%, respectivamente). A pesar de que las inflorescencias polinizadas con el polen del híbrido lograron desarrollar racimos normales, y que la proporción de frutos partenocárpicos fue mayor (16% vs. 7%), el contenido total de aceite fue menor 11,8% vs. 15,3%. Por otro lado, las inflorescencias de Amazon polinizadas naturalmente, alcanzaron 17,9% de aceite en el racimo (Tabla 4).

Aparentemente el polen de Amazon no es totalmente autocompatible y la cantidad producida por inflorescencia es más baja que *E. guineensis* (3-10 g contra 15-30 g). Esto im-

plica que en plantaciones comerciales de este híbrido, se requerirá de una fuente de polen abundante (natural o polinización asistida), especialmente si se considera que la viabilidad de polen del híbrido es baja: 15 a 20%.

En la actualidad se trabaja en nuevas pruebas de campo para evaluar el efecto de la polinización asistida en la composición de los racimos de Amazon. Con la excepción del aceite en el racimo, no se han encontrado otras diferencias en la composición del racimo entre la polinización asistida y la natural en palmas jóvenes (dos años), ni adultas (dieciocho años) (Tabla 5). Las diferencias en el contenido de aceite se debieron posiblemente a un mayor porcentaje de frutos en los racimos polinizados naturalmente. Estos resultados también muestran que la cobertura en las inflorescencias de Amazon no limita la polinización natural.

**Tabla 4.** Conformación de los racimos en una evaluación preliminar de compatibilidad de polen de una muestra de palmas del híbrido Amazon, de 15-17 años de edad, Coto (Costa Rica).

Fuente de polen	NA	PR	FF/R	FP/R	F/R	M/F	A/MF	A/MP	A/R
Amazon (mezcla)	16	17,4	31,0	16,0	41,2	65,2	39,2	37,7	11,8
<i>E. guineensis</i> (mezcla)	18	23,1	49,0	7,4	55,6	63,3	41,7	34,7	15,3
Polinización abierta	21	19,8	41,0	15,8	56,0	67,0	41,8	38,9	17,9

NA: total de muestras analizadas

PR: peso promedio del racimo kg

FF/R: frutos fértiles en el racimo %

FP/R: frutos partenocárpicos en el racimo %

F/R: frutos en el racimo %

M/F: mesocarpio en el fruto %

A/MF: aceite en el mesocarpio en frutos fértiles %

A/MP: aceite en el mesocarpio en frutos partenocárpicos %

A/R: aceite en el racimo %



**Tabla 5.** Composición de racimos de Amazon con polinización asistida y natural, en palmas de dos y dieciocho años, Coto (Costa Rica).

Edad (años)	Polinización	PR	FF/R	FP/R	F/R	M/F	A/MF	A/R
2	Asistida	3,0	27,3	3,6	30,9	76,6	33,3	6,3
	Natural	3,4	32,2	4,3	36,5	75,4	36,6	9,2
		ns						
18	Asistida	24,9	35,3	10,8	45,6	67,2	42,8	14,2
	Natural	23,9	32,3	17,4	49,	65,5	42,8	15,7
		ns	ns	ns	ns	Ns	ns	**

PR: peso promedio del racimo kg

FF/R: frutos fértiles en el racimo %

FP/R: frutos partenocárpicos en el racimo %

F/R: frutos en el racimo %

M/F: mesocarpio en el fruto %

A/MF: aceite en el mesocarpio en frutos fértiles %

A/R: aceite en el racimo %

## Segunda generación de Amazon

En el mejoramiento genético de los híbridos OxG, la contribución de las palmas madres oleífera es vital, dado que su habilidad para combinar con varias fuentes de Pisíferas permite seleccionar la combinación con las características buscadas, en especial el contenido de aceite. En la segunda generación de Amazon se usan recombinantes  $F_1$  de las oleífera Manaos originales, cruzados con Pisíferas compactas de las generaciones avanzadas del primero y segundo retrocruce:  $BC_1F_2$  y  $BC_2F_1$ , respectivamente (Tabla 1).

La actual población  $F_1$  de 133 oleífera Manaos, sembrada en 2003, usadas para la producción de semilla comercial, proviene de la recombinación de catorce palmas originales de polinización abierta, seleccionadas entre la población original de 350 palmas introducidas de Brasil, en 1979: el contenido de aceite en el racimo fue mejorado de 5,5% en la población original hasta 9% en la  $F_1$ . Recientemente fue sembrada una población  $F_2$  (1.300 plantas, en la cual se espera conservar o superar las buenas características agronómicas transmitidas por la  $F_1$ ).

## Comportamiento en plantaciones comerciales jóvenes

ASD ha comercializado semillas de la segunda generación de Amazon desde 2008, principalmente en Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Brasil y Perú (cerca de 5.000 ha sembradas). Los lotes de mayor edad se encuentran en Tumaco (Colombia) (2.700 ha) y las observaciones sobre producción inicial, desarrollo del racimo, crecimiento e incidencia de Pudrición del cogollo en el Amazon, comparado con otros híbridos se resumen en los siguientes párrafos.

En general, las palmas jóvenes de Amazon iniciaron la producción de inflorescencias con un ciclo masculino, lo cual eventualmente podría favorecer la proliferación de insectos polinizadores. La duración de este ciclo de flores macho ha variado según el manejo agronómico dado a la plantación, lo cual puede impedir un buen establecimiento de los polinizadores. La mayoría de palmas iniciaron la producción de inflorescencias femeninas después de dieciocho meses en el campo. En general, menos de 10% de las palmas pasaron por un ciclo de androginia, el cual fue relativamente corto (uno a dos meses). Solamente 2-5% de las palmas

mostraron las inflorescencias femeninas recubiertas totalmente por las espatas durante la antesis y esta condición fue observada con más frecuencia en áreas donde las palmas tenían un pobre desarrollo y mostraban deficiencias nutricionales.

Ciclos prolongados de androginia y de cobertura por las espatas podrían estar asociadas con el origen *E. guineensis* de la Pisífera. En parcelas experimentales en Costa Rica, híbridos desarrollados al cruzar palmas oleíferas Taisha con padres Yangambi, Ekona y Ghana mostraron excesiva androginia, mientras que lo contrario ocurrió cuando la fuente de Pisífera eran palmas de la población compacta.

### Producción de racimos

En condiciones de manejo agronómico normales pero con ciertas limitaciones (baja fertilidad del suelo y pobre drenaje), el híbrido Amazon produjo 30-50 inflorescencias femeninas por hectárea entre los 24 y los 36 meses de edad. Con un buen manejo y mejores condiciones de siembra, la producción se incrementó a 100-200/ha (1,6 inflorescencias/palma) entre los 30 y 42 meses. La polinización asistida fue iniciada al mes 24 desde la siembra, por lo que la producción esperada de racimos durante el primer año se estima en 9,8-12,3 t/ha, comparada con 2,9-7,5 t/ha en el híbrido de origen Coarí (Tabla 6).

**Tabla 6.** Potencial de producción de racimos estimada para el primer año (30 a 42 meses después de la siembra) en híbridos Amazon y Coarí con polinización asistida, Tumaco (Colombia)\*.

	Amazon	Coarí
Palmas/ha	128	116
Racimos/palma/mes	1,5 - 2,5	0,7 - 2,3
Peso del racimo (kg)	4,0 - 5,0	2,3 - 6,0
Producción potencial (t/ha)	9,8 - 12,3	2,9 - 7,5

\* Referencia general luego de visitar varias plantaciones en Tumaco; en Oleaginosas Salamanca se espera una producción real durante este periodo de 10 t a 11 t/ha en Amazon y de 8 a 9 t/ha en Coarí.

Esta diferencia en el potencial de producción entre los dos híbridos, puede ser parcialmente atribuida a la mayor densidad de siembra en el Amazon, debido a sus hojas más cortas transmitidas por el progenitor compacto. En varias plantaciones, el híbrido Amazon fue sembrado a una densidad de 128 palmas/ha a pesar de la recomendación de establecerlo a 143 palmas/ha, basado en sus características de crecimiento (Tabla 2). La extracción industrial de aceite en los primeros lotes de racimos de Amazon, alcanzó valores entre 15-16%, en la planta extractora de Palmas de Tumaco (comunicación personal al primer autor, abril 2012).

### Tolerancia a la Pudrición del cogollo

Los criterios de evaluación de la Pudrición del cogollo no son uniformes entre las distintas plantaciones comerciales. En algunos casos este desorden es confundido con la "Pudrición común del cogollo" y en otros casos, las diferencias en el manejo agronómico pueden interferir con los datos de incidencia, para efectos comparativos.

La incidencia de Pudrición del cogollo (PC) en las plantaciones comerciales del híbrido Amazon en Tumaco fue relativamente baja comparada con el híbrido Coarí: 2 - 4,3% vs., 2,8 - 16,7% en la plantación Agrigan y 0,1 - 0,3% contra 0,2 - 3,7% en Salamanca (Tabla 7). En general, la incidencia de este desorden es relativamente baja en los híbridos OxG en ambas plantaciones; pero es importante observar si esta condición se mantendrá conforme las parcelas aumentan su edad.

### Conclusiones

Las plantaciones jóvenes del híbrido OxG Amazon muestran características comerciales valiosas, las cuales podrían hacer de este híbrido una alternativa comercial interesante: alta tolerancia a las pudriciones del cogollo (menos de 1% a los 36 meses de edad), longitud foliar similar a las variedades *E. guineensis*, baja cobertura por las espatas en las inflorescencias femeninas en antesis y alto potencial de producción de racimos. El potencial de producción



**Tabla 7.** Incidencia de pudrición letal del cogollo (%) en lotes jóvenes de los híbridos OxG Amazon y Coarí en dos plantaciones comerciales, Tumaco (Colombia).

Edad (meses)	Agrigan		Salamanca	
	Amazon (66 ha)	Coarí (182 ha)	Amazon (768 ha)	Coarí (272 ha)
23	2,0	-	0,1	-
24	3,6	5,9	0,2	-
25	-	6,4	0,1	-
26	4,3	-	0,1	0,2
27	2,4	-	-	-
29		6,1	0,1	-
30		-	0,2	-
31		-	0,3	0,7
32		6,8		-
34		-		1,8
37		-		3,7
41		16,7		

de aceite de este híbrido podrá ser evaluado cuando las plantaciones alcancen entre 48 y 60 meses de edad, momento en que llegarán a su valor máximo.

Como toda variedad nueva, se está en la fase de determinar con mayor exactitud los requerimientos nutricionales del Amazon, con el fin de mejorar las recomendaciones de fertilización. También se está en la fase de búsqueda de variedades *E. guineensis* tolerantes a las Pudrición del cogollo, de manera que sean fuentes de polen en las plantaciones del

híbrido, y así evitar o reducir las necesidades de polinización asistida. De manera adicional, se investiga la influencia del manejo sobre el grado de cobertura de las inflorescencias femeninas, y si la androginia está influenciada por efectos genéticos o ambientales.

ASD está evaluando y desarrollando nuevas poblaciones de madres Manaos y de progenitores masculinos compactos, de generaciones avanzadas ( $BC_2F_2$ ); lo cual proveerá una amplia diversidad de combinaciones OxG que ayudarán a encontrar el mejor híbrido Amazon.



## Bibliografía

Alvarado, A.; Escobar, R.; Peralta, F. 2010. El programa de mejoramiento genético de la palma aceitera de ASD de Costa Rica y su contribución a la industria. *ASD Oil Palm Papers*, 35:13-22.

Alvarado, A.; Escobar, R.; Peralta, R.; Chinchilla, C. 2006. Compact seeds and clones and their potential for high density planting. International Seminar on Yield Potential in The Oil Palm. International Society for Oil Palm Breeders (ISOPB), Phuket, Thailandia, 27-28 noviembre, 10 p.

- Barba, J.; Orellana, F.; Vallejo, G.; Manzano, R. 2010a. Evaluación agronómica de híbridos interespecíficos de palma de aceite OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) provenientes de diversos orígenes americanos y su tolerancia a la Pudrición del cogollo. Primera parte. *Palma* (Ecuador), (3):11-15.
- Barba, J.; Orellana, F.; Vallejo, G.; Manzano, R. 2010b. Evaluación agronómica de híbridos interespecíficos de palma de aceite OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) provenientes de diversos orígenes americanos y su tolerancia a la Pudrición del cogollo. Segunda parte. *Palma* (Ecuador). (4):2-5.
- Chinchilla, C. 2010. Las Pudriciones del cogollo en palma aceitera: la complejidad del desorden y una guía de convivencia. *ASD Oil Palm Papers*, número especial, 22 p.
- Escobar, R. 1980. Preliminary results of the collection and evaluation of the American oil palm *Elaeis oleifera* (HBK, Cortes) in Costa Rica. En: E. Pushparajah and P.S. Cheo (eds). *Oil Palm Agriculture in the Eighties*. Kuala Lumpur, Malasia, 79-94 pp.
- Escobar, R.; Alvarado, A. 2004. Strategies in Production of Oil Palm Compact Seeds and Clones. *ASD Oil Palm Papers*, (27):13-26.
- H. de Franqueville. 2003. Oil palm bud rot in Latin America. *Experimental Agriculture*. 39(3):225-240.
- Le Guen, V.; Amblard, P.; Omere, A.; Koutou, A.; Meunier, J. 1991. IRHO *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* interspecific hybrid programme. *Oléagineux*, 46(12):479-487.
- Mohd Din, A.; Rajanaidu, N.; Jalani, B.S. 2000. Performance of *Elaeis oleifera* from Panamá, Costa Rica, Colombia and Honduras in Malasia. *J. of Oil Palm Research*, 12(1):71-80.
- Sterling, F.; Richardson, D. L.; Chaves, C. 1987. Some phenotypic characteristics of the descendants of QB049, an exceptional hybrid of oil palm. *Proceedings Oil Palm/Palm Oil Conference, Progress and Prospects*. Palm Oil Research Institute of Malaysia. 135-146 pp.
- Sterling, F.; Richardson, D. L.; Alvarado, A.; Montoya, C.; Chaves, C. 1999. Performance of OxG *E. oleifera* Central American and Colombian biotype x *E. guineensis* interspecific hybrids. En: N. Rajanaidu and B.S. Jalani (eds). *Proceedings of the Seminar on Worldwide Performance of DxP Oil Palm Planting Materials, Clones and Intespecific Hybrids*. Palm Oil Research Institute of Malaysia, 114-127 pp.