SELECCION DE PLANTAS REPRODUCTORAS DE PALMA DE COCO

Felícitos Hernández Roque[1] y Noel Gómez Montiel[2]

RESUMEN

En 1979 se inició un estudio del germoplasma de palma de coco, *Cocos nucífera* L., en los dos tipos existentes en el país: los criollos altos y los criollos enanos, ambos de origen malayo. Para esto se hizo un recorrido en el tramo de la costa del Pacífico comprendido entre Barra de Navidad, Jal. y Pinotepa Nacional, Oax. observándose que el rendimiento promedio anual es de 10 kg de copra por árbol, en varias huertas que tuvieron una superficie mínima de tres hectáreas con palmas de la misma edad. Se eligieron para hacer estudios de selección en criollo alto, a dos plantaciones de Lázaro Cárdenas, Mich. y otra de Tecpan de Galeana, Gro., y para el coco enano una de Tecomán, Col. En estas plantaciones se practicó selección masal durante un año en el coco enano y tres años en el tipo alto. Para 1986 se tenían seleccionadas 27 plantas altas (presión de selección del 3%) con un rendimiento medio anual de 37.8 kg de copra por palma, así como 29 palmas enanas (presión de selección del 9%) con un rendimiento medio anual de 47.1 kg de copra por palma.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Cocos nucífera L.; Selección masal; Copra; Oleaginosas.

SUMMARY

In 1979 an study was started on coconut (*Cocos nucífera* L.) germplasm palm, with the two types available in México: the tall and the dwarf types, both of Malasian origin. Firstly, an exploration was made in a section of the Pacific Mexican Coast, from Barra de Navidad in Jalisco to Pinoteca Nacional in Oaxaca. An average annual yield of 10 kg of copra per tree was observed from several plantations having at least three hectares with palm trees of the same age. Selection studies on the tall type were started in two plantations of Lázaro Cárdenas, Michoacán and in one of Tecpan de Galeana, Guerrero; and one for the dwarf type at Tecomán, Colima. Mass selection was practiced during one year in the dwarf palm plantation and for three years in the tall palm type. By 1986, 27 tall palm trees (3% selection pressure) and 29 dwarf palm trees (9% selection pressure) had been selected, which had an annual yield average of 37.8 and 47.1 kg of copra per tree, respectively.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Cocos nucífera L.; Mass selection; Copra; Oil plants.

INTRODUCCION

De acuerdo a los marcos de referencia del cocotero que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) ha elaborado en las zonas copreras del país, en las costas del trópico mexicano las plantaciones de palma de coco se establecen con semilla de plantaciones comerciales, sin seguir un criterio de selección al escoger las palmas reproductoras. De esta manera, se han sembrado más de 200 mil ha, con altas densidades, que producen rendimientos bajos, aproximadamente un promedio de 800 kg de copra por hectárea por año, lo cual equivale a una producción de 10 kg por planta.

---

[1] Investigador de Cocotero, INIFAP-CIFAPGRO-CAECOG. Apdo. Postal No. 5, San Marcos, Gro.

[2] Investigador de Maíz, INIFAP-CIFAPGRO-CEIGUA. Actualmente estudiante del Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, 56230 Chapingo, México.

En los lugares donde se están haciendo nuevas plantaciones, todavía no se recurre a la semilla proveniente de plantas reproductoras seleccionadas, lo cual indica que sólo se está desplazando el problema de improductividad de una región a otra y del presente hacia el futuro; esto último debido a la gran longevidad que tienen las palmas.

Por otra parte, como una palma normalmente produce durante 50 a 60 años, y las plantaciones actuales en producción se comenzaron a sembrar desde la década de los treintas, se espera que a partir de la presente década y hasta el año 2000 un alto porcentaje de estas plantaciones dejarán de producir y esto se presentará cuando quizás el país vaya a necesitar una producción triple o cuádruple de la que actualmente obtiene. Si se siguen sembrando palmeras sin ejercer una mínima presión de selección de plantas reproductoras de semilla no cabe esperar incremento alguno del rendimiento unitario.

A lo anterior hay que agregar la presencia del "Amarillamiento Letal" en la Península de Yucatán, enfermedad que de 1981 a 1986 había causado la muerte de más de 300 mil palmas, y esto es una región donde las plantaciones de cocotero están aisladas unas de otras. El riesgo potencial de esta enfermedad hace pensar en acelerar la investigación al respecto, con el objeto de obtener en breve plazo material resistente y reducir estragos devastadores.

Es oportuno, entonces, hacer selección de plantas reproductoras de palma de coco para producir semilla de mejor calidad. Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes: 1) Disponer de poblaciones matrices de palmas seleccionadas para destinarlas a la producción de semilla; 2) Seleccionar plantas superiores para utilizarlas en mejoramiento genético.

Se parte del supuesto que, al explorar la diversidad genética existente, se podrán seleccionar plantas con rendimientos superiores al promedio general de las plantaciones en producción. Se espera, al mismo tiempo, que esta investigación en proceso se extienda a otras regiones tropicales del país, productoras de copra.

REVISION DE LITERATURA

La palma de coco que se siembra en Guerrero probablemente se introdujo de Filipinas y no se conoce su diversidad genética ni la herencia de sus principales características; la información sobre el germoplasma sembrado es muy escasa y de fecha relativamente antigua (De la Peña, 1949). Liyanage y Sakay (1961), en Sri Lanka, obtuvieron correlaciones genéticas entre cuatro caracteres del cultivo y encontraron valores de heredabilidad altos para producción de copra y peso de nuez, intermedios para número de nueces y bajos para floración; sugieren por lo tanto, seleccionar semilla con base en la producción de copra y en el número de nueces.

Por otra parte, Liyanage y Corputty (1976), en Indonesia, seleccionaron plantaciones y dentro de ellas plantas reproductoras con base en el menor coeficiente de variación (calculado sobre el peso de los componentes del fruto de una muestra tomada al azar) y los mejores porcentajes entre la nuez y el endospermo, la nuez y el fruto y el fruto y el endospermo. Según Nucé de Lamothe y Wuitdart (1982), los estudios de selección pueden hacerse en plantaciones que tengan como mínimo 100 a 120 plantas (las cuales generalmente ocupan alrededor de una hectárea).

La selección de plantas reproductoras de semilla hace posible alcanzar rendimientos

en las progenies hasta de un 80% más que las plantas madres de donde provinieron, siempre y cuando se realice una buena selección en viveros; esta información se deriva de los resultados obtenidos en Costa de Marfil por Fremond y Nucé de Lamothe (1971). Siguiendo el criterio anterior, Liyanage y Luntugan (1978), en Indonesia obtuvieron incrementos del 10 al 50%.

Esta revisión de literatura proporciona la información necesaria para conocer las variables a medir, las características de mayor heredabilidad y las estadísticas que es necesario calcular para hacer la selección de plantaciones y plantas reproductoras; sin embargo, no fue posible obtener información sobre cómo estos autores hicieron la selección masal. Por esta razón, se consultó la metodología que analiza Márquez (1971, 1985), cuyo fundamento es la identidad genética entre el fenotipo y el genotipo, cuando se elimina el efecto ambiental, mediante el valor ajustado de la producción de cada planta, de acuerdo a la fórmula propuesta por Molina (1983).

MATERIALES Y METODOS

En 1979 se inició este estudio con un recorrido por la costa central del Pacífico, desde Barra de Navidad, Jal. hasta Pinotepa Nacional, Oax. En el Cuadro 1 se presentan las huertas identificadas como posibles para hacer selección así como las localidades en que se encuentran, su ubicación, temperatura media y precipitación anual.

Germoplasma

Variedad '*typica*'. Corresponde al cocotero común; es una planta alógama, alta (comienza a producir a los 2.0 m de altura), de producción tardía, fruto grande y menor número de frutos por año (Figuras 1 y 3).

Variedad '*nana*'. Planta autógama, enana (produce desde los 0.5 m de altura), de producción temprana, frutos pequeños y produce mayor número de frutos por año (Figuras 2 y 3).

Caracterización de las Huertas Seleccionadas

En la elección de las huertas para el estudio se tomó en cuenta que tuvieran el mínimo de fallas, que las palmas fueran de la misma edad y que la plantación ocupara una superficie superior a 3 ha. Las huertas sobresalientes de palma alta fueron las de "Santa Ana" y "El Caimán" de Lázaro Cárdenas; por lo que se refiere a palma enana, se distinguió una de Tecomán, Col. La selección en las huertas se hizo con base en una muestra de 50 frutos, a los que se les determinó el peso de sus partes.

Partes del fruto

Borra. Corresponde a toda la parte exterior y fibrosa del fruto (Figura 3), la cual botánicamente se denomina mesocarpio; además contiene al epicarpio en la parte externa.

Nuez. Se refiere a la parte que queda del fruto después de eliminar la borra; botánicamente contiene al endocarpio, la testa, al endospermo y al embrión, además del "agua de coco".

Concha. Capa coriácea de la nuez que envuelve al endospermo; es el endocarpio del fruto.

Pulpa. Endospermo, parte aprovechable del fruto que se encuentra dentro de la concha.

Cuadro 1. Características de las huertas factibles para hacer estudios de selección en cocotero. INIFAP-CAECOG.

Estado y Municipio	Nombre de la huerta	Latitud Norte	Longitud Oeste	Clima[1]	Altitud (msnm)	Precipt. anual (msnm)	Temp. anual (°C)	Tipo de palma
Guerrero:								
Acapulco	Acapulco 1	16°50'	99°56'	Awl	3	1413	27.5	alta
Azoyú	Guadalupe	16°45'	98°35'	Awl	5	1427	27.0	alta
Nexpa	Nexpa 1 Nexpa 2 y Playa Larga	16°41'	98°25	Awl	20	1295	25.0	alta
Tecpan	Tecpan 1 Tecpan 2	17°20'	100°50'	Awo	10	1000	26.6	alta enana
Michoacán:								
Lázaro Cárdenas	Calabazas San Gabriel Sta. Ana El Caimán La Ilusión Caleta de Campos	17°58'	101°58'	Awo	10	1150	27.8	alta alta alta alta alta alta
Colima:								
Tecomán	Tecomán 1 Tecomán 2	18°54'	103°52'	BS1	20	600	26.5	enana enana
Jalisco:								
Cihuatlán	Cihuatlán 1	19°15'	104°35'	Awo	15	1049	26.7	alta

[1] De acuerdo a García (1973)

Agua. Se localiza dentro del endospermo.

Copra. Es el endospermo seco y constituye el producto de mayor valor económico de la palma. En este estudio su peso se estimó como la mitad del peso fresco de la pulpa.

Análisis Estadístico

Se calculó la media de la muestra de los 50 cocos, para cada parte del fruto; el coeficiente de variación (CV) del fruto y del endospermo; y las relaciones en porcentaje

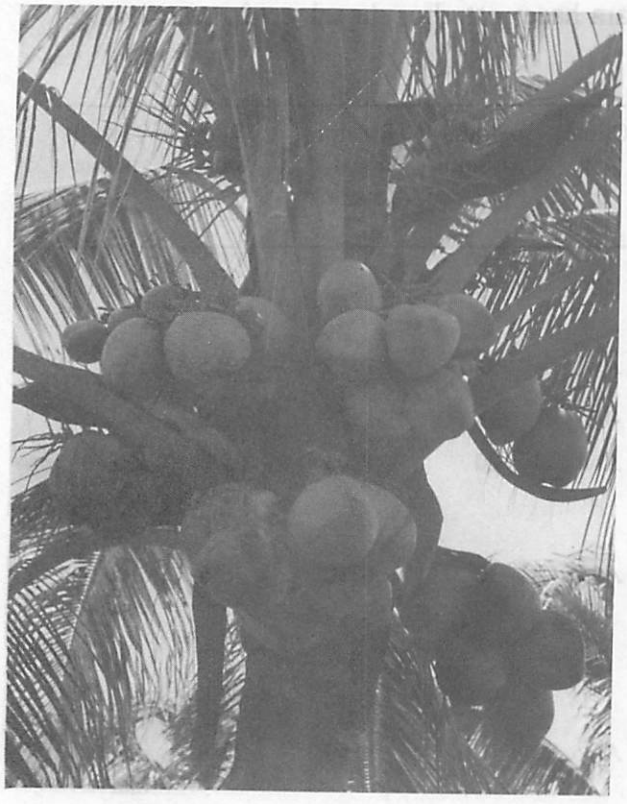


Figura 1. Cocotero criollo de planta alta establecido en el C.E. Costa de Guerrero, de progenitores seleccionados en Lázaro Cárdenas, Mich.

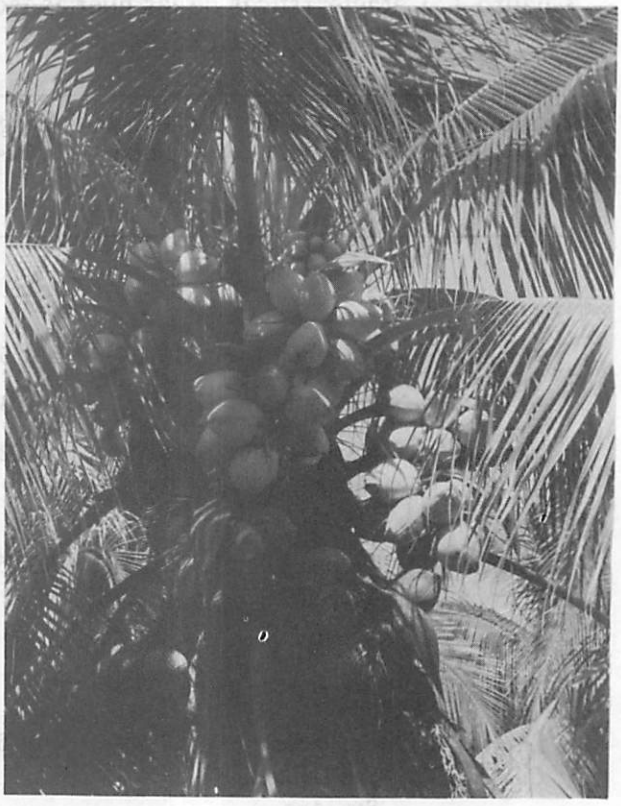


Figura 2. Cocotero Malayo Enano Amarillo establecido en el C.E. Costa de Guerrero, de progenitores seleccionados en Tecomán, Col.

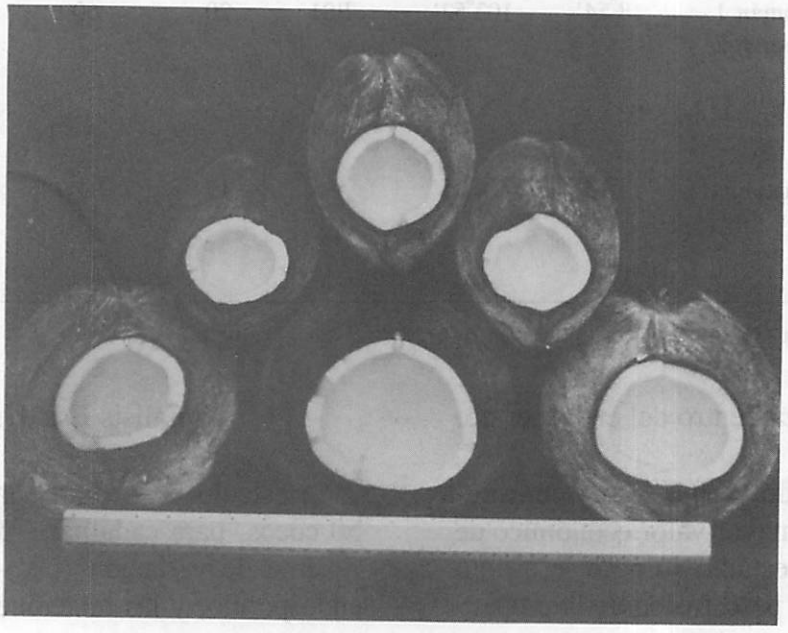


Figura 3. Diferencias entre frutos de cocotero Enano Amarillo (los tres superiores) y de criollo de planta alta (los tres inferiores).

entre la nuez y el fruto, el endospermo y el fruto y el endospermo y la nuez; esto con el propósito de conocer el mayor contenido de endospermo en comparación de los componentes no aprovechables del fruto.

Selección Masal

Antes de aplicar la selección masal se hizo un recorrido en las huertas para conocer la heterogeneidad del suelo y así subdividirlas en sublotes más uniformes. En las plantaciones de palma alta cada sublote midió 1,600 m^2, donde originalmente se sembraron 25 palmas, pero como resulta impráctico y muy costoso evaluar cada palmera, se hizo una selección visual, de tal manera que finalmente sólo alrededor de cinco palmas por sublote fueron evaluados durante el proceso de selección. Estas palmas se escogieron por su mayor producción de frutos, ausencia de enfermedades, de deficiencias nutricionales y exigiendo que tuvieran competencia completa. En la huerta "Santa Ana" se evaluaron 544 palmas en 150 sublotes, y en "El Caimán" 373 plantas en 122 sublotes. Se hicieron 3 cosechas por año, dando un total de nueve en el tiempo que duró el estudio. Respecto a la huerta de palma enana de Tecomán, que estuvo asociada con limón, se siguió un criterio similar; cada sublote estuvo finalmente compuesto por tres palmas en 1,600 m^2; en este caso se evaluaron 303 palmas en 100 sublotes. La selección se hizo con base en las tres cosechas de un solo año. Es conveniente aclarar que el número aproximado total de palmas por lote fue de 2,500, 1,830 y 1,030 para las huertas de Santa Ana, El Caimán y Tecomán, respectivamente.

Variables medidas

1. Rendimiento de copra estimado con base en una muestra de cinco frutos por planta, en dos observaciones, en años diferentes (salvo en el enano de Tecomán, donde sólo se hizo una observación).

2. Producción anual de nueces por palma.

Modelo genético

Los pesos de copra se ajustaron de acuerdo con la fórmula que según Márquez (1971, 1985) fue propuesta por Molina y cuya ecuación es la siguiente:

$$\hat{Y}_{ij} = (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j}) + \bar{Y}..$$

en donde:

$\hat{Y}_{ij}$ = Rendimiento ajustado de la planta i-ésima del sublote j-ésimo.

Y_{ij} = Rendimiento real de dicha planta.

$\bar{Y}_{.j}$ = Media del sublote j-ésimo.

$\bar{Y}..$ = Media general del lote.

Al hacer la interpretación de esta fórmula, Márquez (1971) encuentra la siguiente identidad:

$$Y_{ij} = \bar{Y}.. + (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}..) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})$$

en donde:

$(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}..)$ = Efecto del sublote j (efecto ambiental).

$(Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})$ = Efecto genotípico (variabilidad genética), suponiendo que no hay variación ambiental dentro del sublote.

Si se elimina el efecto ambiental, pasándolo al lado izquierdo, queda:

$$Y_{ij} - (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}..) = \bar{Y}.. + (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j}) = \hat{Y}_{ij}$$

lo que quiere decir que cuando la variación ambiental intra sublotes es nula o mínima, los rendimientos ajustados corresponden a los rendimientos reales, menos la desviación ambiental del sublote medida por su media (Márquez, 1971).

RESULTADOS Y DISCUSION

Variabilidad

En el recorrido se pudo constatar que existe una gran variación fenotípica entre y dentro de las huertas, principalmente de la variedad *typica*; también se observaron híbridos enano x alto (Figura 4) esparcidos en algunas plantaciones. Las características diferenciales más acentuadas y la distribución de las variedades en las plantaciones fueron las siguientes:

Variedad *nana*

Se localizaron plantaciones de esta variedad en los estados de Guerrero, Michoacán y Colima; la más abundante es la 'Enano Amarillo' (Ebúrnea); sin embargo, también se encontraron plantaciones de 'Enano Rojo' (Regia), principalmente en Colima en donde además se mezcla con 'Enano Amarillo'. No se localizó, en cambio, una sola palma de 'Enano Verde' (Pumilla). Algunas características de los ecotipos encontrados de esta variedad en las huertas inspeccionadas se pueden observar en el Cuadro 2.

Variedad *typica*

También en el Cuadro 2 se pueden apreciar algunos datos descriptivos de los ecotipos estudiados de esta variedad. En general los materiales que se encontraron en Guerrero y Michoacán tienen fruto de forma esferoidal, con nuez que tiende a ser redonda y de fondo plano. En Guerrero abunda el fruto de tamaño medio, que se aproxima mucho al ecotipo que en Filipinas llaman 'Laguna' y cuyo fruto pesa cerca de 1.2 kg.

El comentario de los productores es que los ecotipos 'Nexpa 1' y 'Playa Larga' son selecciones de la variedad 'Laguna' hacia precocidad, y los de 'Nexpa 2', 'Acapulco' y 'Tecpan' son selecciones del mismo material hacia fruto de mayor tamaño. El ecotipo observado en "La Guadalupe" se sabe que es una cruza entre cocos de los márgenes del río Copala con introducciones de origen desconocido y, como se puede observar en el Cuadro 2, presentó los frutos de mayor tamaño y con el mayor contenido de endospermo en toda la costa de Guerrero.

En Lázaro Cárdenas, Mich. en general se registraron huertas con frutos de gran tamaño y mayor contenido de endospermo; este material es muy parecido al ecotipo que en Filipinas se conoce como 'San Ramón'. Según los cococultores del lugar, este germoplasma proviene de cruzas naturales de un ecotipo de cerca de los márgenes del río Balsas (localidad "El Habillal"), con otro de los márgenes del río Mezcalhuacán, lugar en donde se localizan palmas con frutos de gran tamaño. El material observado en "Caleta de Campos", próximo a Mezcalhuacán, al parecer no corresponde a este mismo origen.

Finalmente, en Cihuatlán, Jal. los frutos son diferentes ya que su forma es ovoide y presentan aristas prominentes; este tipo de palma predomina en Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa, aunque en este último estado existe un ecotipo de cocotero alto, que se caracteriza por producir muchos frutos pequeños por racimo, así como pocos racimos por año.

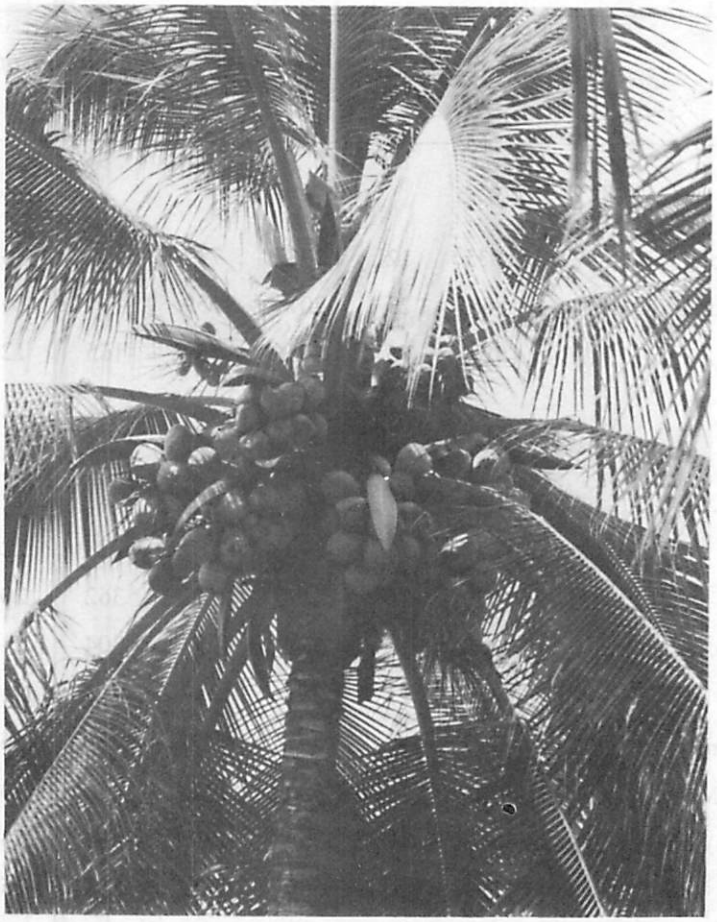


Figura 4. Híbrido fortuito (mestizo) entre Enano Amarillo y cocotero criollo alto en la costa del Pacífico.

Cabe señalar que la variabilidad genética existente en el Pacífico es mucho más amplia de la que se ha mencionado y presentado en el Cuadro 2; tan sólo en Guerrero y Oaxaca se conocen otros cinco tipos más. Por otra parte, "Impulsora Guerrerense del Cocotero" introdujo de Costa de Marfil las variedades 'Africano Alto del Oeste (GOA)', 'Tahití Alto', 'Rennel Alto' y los enanos 'Malayo Amarillo', 'Malayo Rojo' y 'Camerún Rojo'. Esta misma institución estableció ensayos de rendimiento en las costas de Guerrero y Oaxaca con materiales híbridos como 'Malayo Enano Amarillo' x 'GOA' y 'Enano Amarillo' x 'Criollo Alto'.

Elección de las Huertas

Al observar el Cuadro 2, en donde se presentan los pesos de los componentes más importantes del fruto, tomados de una muestra de 50 cocos, se puede notar que sólo fueron consideradas 16 plantaciones; tres de tipo enano y 13 de tipo alto. Este número de

Cuadro 2. Peso en gramos del fruto y sus componentes en plantaciones de coco del Pacífico Centro. INIFAP-CAECOG. 1986.

Huerta-localidad	Fruto[1]		Borra	Nuez	Agua	Concha	Endospermo[1]	
	Peso	CV (%)					Peso	CV (%)
Variedad *nana*								
Tecomán 1 (Tecomán, Col.)	1035	12	298	737	240	144	353	12
Tecomán 2 (Tecomán, Col.)	866	23	207	659	- -	- -	307[2]	21
Tecpan (Tecpan, Gro.)	824	16	265	559	165	121	273	15
Variedad *typica*								
Playa Larga (Nexpa, Gro.)	1042	17	366	676	181	173	322	19
Nexpa 1 (Nexpa, Gro.)	1172	18	390	782	228	220	334	12
Nexpa 2 (Nexpa, Gro.)	1439	16	417	1022	362	209	451	17
Acapulco (Acapulco, Gro.)	1318	16	361	957	304	214	439	15
Tecpan (Tecpan, Gro.)	1318	21	381	937	278	214	445	16
La Guadalupe (Azoyú, Gro.)	1717	18	497	1220	437	264	519	17
Calabazas (L. Cárdenas, Mich.)	1735	20	550	1185	450	244	491	20
San Gabriel (L. Cárdenas)	1853	17	554	1299	494	266	539	15
Santa Ana (L. Cárdenas)	1851	20	539	1312	508	257	547	22
El Caimán (L. Cárdenas)	1792	14	536	1256	486	250	520	19
La Ilusión (L. Cárdenas)	1656	17	450	1206	448	238	520	19
Caleta de Campos (L. Cárdenas)	1515	27	438	1077	337	250	490	29
Cihuatlán (Cihuatlán, Jal.)	1401	14	484	917	304	213	400	17

[1] Datos provenientes de 50 frutos por localidad.
[2] Provienen de 32 nueces; el resto de las muestras fue de 50 nueces.

huertas escogidas fue bajo, pues desafortunadamente la mayoría de las plantaciones presentaron fallas, problemas con enfermedades y palmas de diferentes edades, situación que definitivamente no es propicia para hacer selección.

Unicamente se localizaron tres plantaciones con palma enana, hecho significativo, ya que da lugar a pensar que este tipo de variedades es poco preferido por el productor, debido, entre otras causas, a su fruto pequeño (Figura 3) y mayor susceptibilidad a plagas, enfermedades y sequías prolongadas; sin embargo, tiene características favorables y contrastantes a la palma alta, como son el mayor número de frutos y mayor precocidad; esto mismo señalan Liyanage y Corpu-

tty (1976), quienes consideran a la palma enana apropiada para obtener híbridos superiores en rendimiento y en tolerancia a tensiones al cruzarse con la variedad *typica*; aunque, el carácter más sobresaliente de las variedades enanas de origen malayo es la de tener resistencia al 'Amarillamiento Letal' como lo señalan Coconut Industry Board (1978) y Bee (1981).

Las huertas seleccionadas fueron la de "Tecomán 1", para la variedad *nana*; y las de "Santa Ana" y "El Caimán", para la variedad *typica*; en estas plantaciones se obtuvieron los mayores rendimientos de copra, y se dieron las condiciones y facilidades para hacer los trabajos de selección. En la variedad *nana* el contenido de endospermo fresco varió de 273 a 353 g por fruto y en la palma alta de 322 a 547 g (Cuadro 2). Esta variabilidad inicial permite tener un buen punto de partida para la selección de palmas prometedoras en la producción de semilla.

En la definición de las huertas seleccionadas también se consideraron los parámetros que utilizaron Liyanage y Corputty (1976) y que se presentan en los Cuadros 2 y 3. Estos fueron : menor coeficiente de variación (CV) y mayores porcentajes de nuez en fruto, endospermo en nuez y endospermo en fruto. Sólo la variedad *nana* de "Tecomán 1" obtuvo calificaciones superiores para ser seleccionada. Las huertas de "Santa Ana" y "El Caimán", sembradas con la variedad *typica* tuvieron CV ligeramente altos y relaciones bajas, pero en cambio tuvieron buen peso de endospermo, razón principal de su elección.

No se descartan otras opciones que tuvieron menores CV y relaciones más altas, dado que con el muestreo sólo se pudo apreciar el rendimiento de endospermo por fruto y no el rendimiento de endospermo por palmera o por hectárea o el número de racimos por planta por año, información que daría oportunidad de explorar aquellas huertas con mayores porcentajes de endospermo-fruto y con menores CV; de esta manera, se podría esclarecer qué factor es más importante para tomarse en cuenta en la elección de la huerta seleccionada; otras opciones pueden ser las huertas de "Tecpán" y "Acapulco" (Cuadro 3).

La utilidad de otros componentes del fruto está en función de su relación estrecha con el rendimiento de copra y número de nueces, que son los factores de mayor peso en la selección. En este estudio se calcularon las correlaciones de peso del fruto vs peso de copra y peso de nuez vs peso de copra, que tuvieron coeficientes de $r = 0.97^{**}$ y $r = 0.99^{**}$, respectivamente. Esto indica que el peso del fruto, y aún mejor el peso de la nuez, pueden ser componentes a considerar en la selección, lo que es importante ya que con su uso se evitaría obtener la copra que implica mayor costo y tiempo. La correlación entre el CV del fruto y el CV del endospermo fue de 0.85^{**}, lo cual confirma que el peso del fruto podría ser un componente importante en la selección, al menos en las primeras etapas de selección.

Selección Masal

Finalmente, en las tres huertas bajo estudio se practicó selección masal para identificar plantas productoras. Los pesos observados y ajustados se presentan en el Cuadro 4 para el enano amarillo en la huerta de "Tecomán 1", y en el Cuadro 5 para el criollo alto en las huertas de "Santa Ana" y "El Caimán".

En el Cuadro 6, se pueden observar que las huertas seleccionadas "Tecomán 1", "El Caimán" y "Santa Ana" tuvieron 309, 373 y

Cuadro 3. Relaciones en porcentaje de los principales componentes del fruto en cocos de plantaciones localizadas en la costa del Pacífico. INIFAP-CAECOG. 1986.

Variedad y Localidad	Porcentaje			
	Nuez/fruto	Endospermo/nuez	Endospermo/fruto	Media
Variedad *nana*				
Tecomán 1	71.1	48.0	34.1	51.0
Tecomán 2	67.9	46.6	31.6	48.7
Tecpan	67.6	48.6	33.0	49.1
Variedad *typica*				
Playa Larga	65.0	47.6	30.9	47.8
Nexpa 1	65.0	44.1	28.6	45.9
Nexpa 2	70.0	44.9	31.4	48.7
Acapulco	72.6	45.8	33.3	50.6
Tecpan	71.4	47.6	34.0	51.0
Guadalupe	71.0	42.6	30.3	47.9
Calabazas	68.3	41.4	28.3	46.0
San Gabriel	70.0	41.7	29.2	47.0
Santa Ana	72.2	41.1	29.7	47.7
El Caimán	70.0	41.4	29.0	46.8
La Ilusión	72.8	43.1	31.4	49.1
Caleta de Campos	70.8	45.7	32.4	49.6
Cihuatlán	66.1	43.6	28.8	46.2

544 plantas, respectivamente; esta población de plantas es muy superior a la que sugieren Nucé de Lamothe y Wuidart (1982) que es de 100 a 120 plantas; por lo tanto, se espera mayor confiabilidad en los resultados, ya que se manejó una población mayor.

Por otra parte, si se observan las medias de los pesos de copra con y sin ajustar (Cuadros 4 y 5), se nota claramente que hubo ajustes más drásticos en las palmas enanas, debido tal vez a que la huerta de Tecomán tuvo mayor variabilidad ambiental por su

menor número de plantas con competencia completa, diferente competencia al estar la palma asociada con limón y a que se expuso a un mayor manejo por el riego.

Otra observación de interés (Cuadro 5) es que en promedio, las palmeras altas de la huerta de "El Caimán" produjeron mayor número de frutos que la de "Santa Ana", así como mayor rendimiento; esto sugiere que existe una mayor variabilidad genética y de manejo entre huertas. Entre palmeras y con base en datos ajustados, se observa que mientras la planta 113-3 de "Santa Ana" produjo 111 nueces y 40.9 kg de copra, la planta 35-4 de "El Caimán" produjo 158 nueces y 37.9 kg de copra, lo cual indica que existen diferencias notables en tamaño y peso de fruto, o bien en la relación endospermo-fruto. La planta 64-2 del "Caimán" produjo 164 nueces y 49.1 kg de copra que es una producción alta y un número de frutos mayor; esta misma situación se puede observar en las plantas enanas de la huerta de "Tecomán 1" (Cuadro 4). Esto significa que se han seleccionado progenitores con características distintas, lo cual puede dar oportunidad para conjuntar atributos favorables dentro de la palma alta ó enana y así por hibridación inicial mejorar los criollos.

La presión de selección que se aplicó en el coco enano fue el 9% para la huerta "Tecomán 1", del 2.6% en la de "Santa Ana" y 3.5% en la de "El Caimán".

Es conveniente señalar que este número de plantas seleccionadas puede aumentar si se incrementa la necesidad de semilla. Desafortunadamente no se encontró literatura, para esta especie, que indicara cuántos sublotes son los adecuados, cuántas palmas por sublote sería necesario evaluar, ni cuál sería la presión de selección más adecuada. Por lo tanto, los criterios que pesaron más al aplicar selección masal fueron la necesidad de semilla, el aspecto operativo y los informes de otros estudios respecto al límite de producción con el cual seleccionaron sus palmeras; en este caso se consideró un rendimiento mayor de 30 kg de copra por palma por año, que es tres veces superior a la producción media comercial de copra (10 kg por planta).

En términos generales, se puede decir que el Malayo Enano Amarillo produjo mayores cantidades de copra por hectárea por año, ya que las plantas seleccionadas de esta variedad tuvieron una media ajustada de 47.1 kg contra 37.8 de los criollos altos. Por otra parte, el enano amarillo produjo, en promedio por año, más nueces que los criollos altos; así, según los Cuadros 4 y 5 la mejor planta enana produjo 341 nueces y la mejor de la variedad alta sólo 189.

Es importante mencionar que la palma enana en la huerta "Tecomán 1", está asociada con limón, asimismo se riega y fertiliza durante el período de sequía, prácticas que no se realizan en los lotes "Santa Ana" y "El Caimán"; se infiere que en la palma enana hay necesidad de manipular mayor cantidad de frutos para obtener la copra y esto significa mayor mano de obra, lo cual puede influir en la preferencia del productor por la palma alta.

A los promedios de los pesos de copra sin ajustar, se les aplicó la fórmula de Molina-Márquez para eliminar el efecto ambiental; de esta manera, se seleccionaron las palmas que aparecen en los Cuadros 4 y 5. Sin embargo, el número de palmas reproductoras puede variar conforme a las necesidades de material para establecer plantaciones.

De acuerdo a estos resultados preliminares, se han cumplido los objetivos planteados de identificar plantaciones y plantas produc-

Cuadro 4. Selección de palma enana con más de 40 kg de copra por año. Tecomán, Col. INIFAP-CAECOG 1986.

Sublote	Planta	Nueces por año	Kg de copra (sin ajustar)	Kg de copra (ajustado)
8	1	307	45.4	46.3
11	3	295	44.0	46.0
13	3	341	47.1	46.4
15	3	287	46.5	45.3
16	1	286	48.9	45.5
23	3	320	49.0	47.1
29	3	272	43.5	46.4
30	3	304	47.9	46.2
31	1	284	47.4	45.5
33	1	274	49.3	46.5
35	1	292	42.0	46.4
36	3	272	44.6	48.9
37	3	287	40.8	46.4
38	3	301	44.5	48.7
40	3	309	56.9	51.9
42	3	275	42.6	46.4
44	1	229	41.2	45.5
45	2	250	43.8	46.2
52	2	292	40.9	46.5
53	3	234	41.7	48.4
60	3	239	38.2	45.1
63	2	224	36.1	45.6
64	3	320	46.4	48.8
70	3	285	45.0	47.6
71	2	237	40.3	49.2
72	2	235	34.1	45.9
73	3	245	38.7	46.9
75	2	258	42.8	48.9
80	3	275	39.3	51.1
Media		277	43.8	47.1

Cuadro 5. Palmas altas seleccionadas con más de 30 kg de copra por planta por año, durante tres años, en los lotes de Santa Ana y el Caimán, Lázaro Cárdenas, Mich. INIFAP-CAECOG 1986.

Lote y sublote	Número de planta	Número de nueces	Kg de copra (sin ajustar)	Kg de copra (ajustado)
Santa Ana				
4	3	121	32.8	36.0
24	2	110	32.5	34.3
33	3	120	34.4	34.6
39	5	123	39.6	43.4
43	4	112	33.5	35.4
75	3	121	38.6	37.3
77	3	131	45.5	38.7
81	3	120	36.4	35.1
101	2	117	38.4	35.7
113	3	111	38.5	40.9
115	1	136	47.8	44.0
117	3	118	29.4	34.8
133	3	120	32.9	34.9
148	3	112	32.5	34.3
Media parcial	-	119	36.6	37.1
El Caimán				
7	1	136	49.0	37.5
29	1	130	39.0	36.8
32	3	116	35.1	36.6
35	4	158	38.4	37.9
45	3	130	31.2	36.6
50	3	113	40.1	39.7
55	2	119	38.6	37.5
64	2	164	55.9	49.1
73	1	147	40.7	36.0
102	1	163	41.0	36.1
105	1	103	37.8	36.4
106	3	189	45.5	44.5
117	1	133	40.6	36.4
Media parcial	-	139	41.0	38.6
Media general		129	38.7	37.8

Cuadro 6. Lotes, sublotes y palmas de cocotero, alto y enano amarillo en estudio de selección masal en el trópico mexicano. INIFAP. CAECOG. 1986.

Estado y localidad	No. de sublotes	Palmas sembradas	Palmas actuales	Palmas en estudio	Año de inicio
Colima					
Tecomán (enano amarillo)	103	2575	1030	309	1979[1]
Santa Anita	36	900	540	120	1985
Los Desmontes	109	2575	1635	543	1985
Santa María	88	2200	1320	355	1985
Rancho Gómez	57	1425	825	251	1986
La Gloria	52	1300	780	252	1986
Michoacán					
El Caimán	122	3050	1830	373	1980[1]
Santa Ana	150	3750	2250	544	1980
Guerrero					
Tecpan (San Luis San Pedro)	212	5300	3180	707	1985[1]
San Marcos (Las Lechugas)	61	1525	915	270	1985
Tabasco					
Laquito	20	500	300	144	1986
El Amatillo	46	1656	994	219	1986
Puerto Ceiba	14	350	210	120	1986
Oaxada (dos lotes)	147	- -	- -	322	1986
Sumas	1,217	27,106	15,809	4,529	

[1] Estudios concluidos.

toras de semilla, que probablemente sean el punto de partida para cumplir el segundo objetivo del mejoramiento genético, que sería la producción de híbridos. A la fecha, siguiendo esta misma metodología, ya se han establecido más estudios de selección masal en el trópico mexicano, como se indica en el Cuadro 6.

CONCLUSIONES

En la Costa Pacífico Centro existe considerable diversidad del fruto de coco y sus componentes, lo que permite hacer estudios de selección de plantas productoras de semilla, base de un programa de mejoramiento genético. En este estudio las huertas seleccionadas fueron: "Santa Ana" y "El Caimán" para la variedad alta y "Tecomán 1" para la variedad enana.

La selección masal permitió corregir efectos ambientales ya que hubo palmas cuyo rendimiento se ajustó por más de 10 kg de copra.

En palma enana, las 29 plantas seleccionadas produjeron en promedio 277 nueces y 47.1 kg de copra (datos ajustados) por palma por año. En palma alta, las 14 plantas seleccionadas de la huerta de "Santa Ana" y las 13 de "El Caimán" produjeron respectivamente, en promedio anual 119 y 139 nueces; asimismo 37.1 y 38.6 kg de copra (datos ajustados) por año. En cualquier caso, el número de plantas seleccionadas puede modificarse según a la necesidad de material para plantaciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Juan Cañedo Castañeda su participación en la selección de plantas que se sometieron a estudio en Lázaro Cárdenas, Mich.; al M.C. Luis Teodoro Quilantán Carreón por haber presentado los avances de esta investigación en el IX Congreso de Fitogenética; y al Ing. Rogelio Rojas Flores, quien registró y ordenó los últimos datos de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

Bee, B.O. 1981. Observations on field resistance to lethal yellowing en coconut varieties and hybrids in Jamaica. Oleagineux 36 (1): 9-12.

Coconut Industry Board. 1978. Progress of research on lethal yellowing diseases. Kingston, Jamaica. 2 p.

De la Peña M., T. 1949. Guerrero Económico. II. Gobierno del Estado de Guerrero. pp. 213-264.

Fremond, Y. and Nucé de Lamothe (De). 1971. The coconut improvement block at Port-Bouet. Oleagineux 26 (2): 71-82.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM-Instituto de Geografía. México, Segunda Edición. 247 p.

Liyanage, D.V. and K.I. Sakay. 1961. Heritabilities of certain yield caracters of the coconut palm. J. of Genetics 57: 242-252.

_____ **and Ch. P. Corputty. 1976.** Coconut germplasm in Indonesia. Peberitaan (L.P. T.1) No. 21: 12-30.

_____ **and H. T. Luntugan. 1978.** Choise of coconut seed for planting in small holding. Indonesia. Pemberitaan (L.P.T.1) No. 29: 1-11.

Márquez S., F. 1971. Interpretación a la fórmula de ajuste del rendimiento individual en la selección masal. Fitotecnia 2: 1-2.

_____. **1985.** Genotecnia Vegetal I. AGT Editor. S.A. pp. 162-163.

Molina G., J. D. 1983. Selección masal estratificada en maíz. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 5-9.

Nucé de Lemothe, M. (De) and T. Wuitdart. 1982. Observation of vegetative development, flowering and yield characteristics of the coconut. Oleagineux 37 (6): 291-300.

Rev. Fitotec. Mex. 12:183—196. 1989

VARIACION EN COMPONENTES DEL FRUTO MADURO ENTRE FORMAS DE NOPAL (Opuntia spp) TUNERO

Eulogio Pimienta Barrios[1] y Ricardo Mauricio Legu[í]zamo[2]

RESUMEN

Este trabajo forma parte de un proyecto orientado a evaluar la variación en formas de nopal tunero en poblaciones silvestres y cultivadas en el Altiplano Potosino Zacatecano y estados circunvecinos. Los resultados revelaron una amplia variación en el peso del fruto y en la proporción de sus componentes (cáscara, pulpa y semilla). En los frutos colectados en nopaleras cultivadas se registró el peso más alto del fruto (239.5 g) y de la porción comestible (pulpa, 152.1 g); en contraste, en los frutos colectados de nopaleras silvestres se registró el peso menor de fruto (35.7 g) y de porción comestible (11.7 g). En los frutos colectados en nopaleras de solar, los valores fueron intermedios. Con respecto a la variación en formas, ésta fue más abundante en nopaleras de solar que en las cultivadas y silvestres. Los resultados de esta evaluación permiten sugerir que las formas presentes en las nopaleras cultivadas se han obtenido mediante un proceso de selección empírica llevada a cabo por los habitantes de las zonas áridas, utilizando la variación existente en nopaleras de solar. Se discuten algunos aspectos relacionados con la estrategia futura de mejoramiento genético en esta especie.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Zonas áridas; Cactácea; Selección.

SUMMARY

This study is part of a research project oriented to the evaluation of prickly pear forms in wild and cultivated populations, in the Plateau Potosino-Zacatecano and surrounding states. The results revealed a large variation in fruit weight and in the proportion of their components (peel, pulp and seeds). The highest weight of the fruit (239.5 g) and edible part (pulp, 152.1 g) was observed in cultivated prickly pear populations, while in the wild populations the smallest fruit (35.7 g) and edible part weights (11.7 g) were registered. Intermediate values in both fruit and edible part weights were observed in populations of "nopaleras de solar" (located in back yards of rural homes). Regarding to the variation in prickly pear forms, these were more abundant in nopaleras de solar than in the cultivated and wild populations. These results allow us to suggest that the prickly pear forms utilized in the cultivated plantations were obtained through a process of empiric selection, carried out by the people of the arid zones, using the variation existing in the back yards of their homes. Some aspects related with the future breeding strategy in prickly pear are also discussed.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Arid zones; Cactus; Selection.

INTRODUCCION

Se considera que México es el país que alberga la mayor cantidad de especies de nopal tunero en el mundo (Gibson y Nobel, 1986), distribuídas en las planicies áridas del centro y norte del país que se sitúan en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Chihuahua, Tamaulipas, Durango, Aguascalientes y Jalisco. La variación más abundante en especies y formas de nopal tunero se localiza en el Altiplano Potosino—Zacatecano y estados circunvecinos

---

[1] Investigador del INIFAP-San Luis Potosí. Actualmente Investigador del Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara. Avenida Juárez y Enrique Díaz de León, Guadalajara, Jalisco, México.

[2] Ex-becario. Centro Regional para Estudios de Zonas Aridas del Colegio de Postgraduados. Iturbide 73. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.