

Evaluación y respuesta a la selección en el rendimiento de copra, de un grupo élite de cocotero criollo “alto del pacífico” (*Cocos Nucífera* L.)

ALEJO, Jaimes Antonino*†

Recibido 13 Mayo, 2015; Aceptado 28 Agosto, 2015

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar y conocer la respuesta a la selección en el rendimiento de copra, de un grupo élite de palmas de cocotero “Criollo Alto del Pacífico” con respecto a su población original.

Las variables evaluadas fueron: Peso del fruto (PFR) (g), Peso del endospermo sólido (PES) (g), Peso de la copra (PC) (g), Rendimiento del fruto (RF) (ton.ha-1.año-1), Rendimiento del endospermo sólido (RES) (ton.ha-1.año-1), Rendimiento de la copra (RC) (ton.ha-1.año-1), Grosor del mesocarpio ecuatorial izquierdo (GMEI) (mm), Grosor del mesocarpio ecuatorial derecho (GMED) (mm), Grosor del mesocarpio polar norte (GMPN) (mm), Grosor del endospermo sólido (GES) (mm), Diámetro ecuatorial del endocarpio (DEE) (mm), Diámetro longitudinal del endocarpio (DLE) (mm).

Del presente trabajo se concluye que el cocotero criollo alto del pacífico presenta una amplia variabilidad genética lo que hace posible realizar selección para diferentes caracteres. Las palmeras con frutos con mesocarpio (bonote) delgado y mayor cavidad del endocarpio (concha), son las que presentan mayor rendimiento. La selección de palmeras de alto potencial de rendimiento dentro de la huerta de Criollos Altos del Pacífico fue efectiva, logrando ganancias considerables en el rendimiento de copra y sus componentes

Cocos nucífera L., variabilidad genética, correlación

Abstract

The present study had as objective to evaluate and to know the response the selection in the yield copra, of an elite group of palms of high native coconut palm of the Pacific with respect to its original population. The evaluated variables were: Weight of the fruit (PFR) (kg), Weight of endosperm solid (PES) (kg), Weight of copra (PC) (kg), Yield of the fruit (RF) (ton.ha-1.año-1), Yield of endosperm solid (RES) (ton.ha-1.año-1), Yield of copra (RC) (ton.ha-1.año-1), Thickness of mesocarp equatorial left (GMEI) (mm), Thickness of mesocarp equatorial right (GMED) (mm), Thickness of mesocarp polar north (GMPN) (mm), Thickness of endosperm solid (GES) (mm), equatorial Diameter of endocarp (DEE) (mm), longitudinal Diameter of endocarp (DEL) (mm). Of this study one concludes that high native coconut palm of the Pacific have an ample genetic variability what does possible to realize selection for different traits. The palms with fruits with mesocarp (bonote) thin and greater cavity of endocarp (concha) are those that have major yield. The selection of palms of high potential of yield within the plantation of High Native of the Pacific was effective, obtaining considerable gains in the yield of copra and its components.

Cocos nucífera L., genetic variability, correlation

Citación: ALEJO, Jaimes Antonino. Evaluación y respuesta a la selección en el rendimiento de copra, de un grupo élite de cocotero criollo “alto del pacífico” (*Cocos Nucífera* L.). Revista de Energía Química y Física 2015, 2-4: 350-360

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: alejo.antonino@inifap.gob.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

En los programas de hibridación de cocotero, normalmente se toma polen de las poblaciones altas, que se caracterizan por un mayor tamaño de fruto con respecto a los Malayos Enanos (Harries, 1978, 1981, Bourdeix, 1991a).

En México la primera selección de palmeras de alto potencial de rendimiento, se realizó en el pacífico hace más de 30 años, por el ex Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA), actualmente el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Alejo, 2006a). Desafortunadamente el registro de esta selección se ha perdido, las palmas seleccionadas han muerto o son demasiado viejas, por lo que ya no se pueden aprovechar para producción de semilla y polen.

Se inicio un proyecto de transferencia de tecnología por parte del INIFAP en 2005 denominado “Técnicas de selección y manejo de palmas de cocotero para la producción de semilla y polen en el criollo alto del pacifico” el cuál fue financiado por la Fundación Produce de Guerrero, actualmente, se cuenta a lo largo de las costas de Guerrero con aproximadamente 200 palmeras preseleccionadas, que se caracterizan por estar en competencia completa, sanas, con fruto grande y redondo, presentan poco bonote y grosor de pulpa entre 117 a 152 mm (Alejo, 2006b). De acuerdo a los estudios realizados en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), este tipo de palmeras han mostrado hasta 95% de tolerancia al Amarillamiento Letal y tienen un potencial de rendimiento arriba del 80% con respecto al promedio de la población original (Hoche, *et al.*, 1998). El objetivo general del presente trabajo fue seleccionar palmeras de alto potencial de rendimiento de copra en una población “Criollo alto del Pacifico”. Los objetivos específicos fueron:

Evaluar un grupo élite de palmeras, y conocer la respuesta de la selección en el rendimiento de copra de las palmeras seleccionadas, con respecto a su población original. Se partió del supuesto de que dentro de una población de cocotero debería existir un grupo élite de palmas de cocotero que supera en rendimiento al resto de la población original.

Metodología a desarrollar

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se efectuó en la comunidad de La Saladita, Municipio de la Unión de Isidoro Montes de Oca, en la costa Grande de Guerrero, geográficamente está ubicada entre 18° 19' y 18° 33' latitud norte y de los 101° 27' y 101° 44' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altitud de 10 msnm. El clima existente está clasificado como cálido-subhúmedo, (Aw1-W0) con temperatura media anual de 26°C. La dirección del viento casi todo el año es de suroeste a noroeste, con régimen de lluvias en los meses de junio a septiembre, en los que se observa una precipitación promedio de 1,025 milímetros, los meses más calurosos son marzo, abril, mayo y junio (García, 1988).

Los suelos predominantes son las planicies originadas por las rocas volcánicas que existieron en la sierra Madre del Sur, los cleisoles, sujetas a las fluctuaciones de la capa friática, debido a la colindancia con lagunas y la línea costera. Entre estas destacan los suelos aluviales, migajones-arenosos, migajones-limosos, migajones -arcillosos y neutros. Existen suelos de color café grisáceo, café rojizo y amarillo, que son utilizados como zona de agostadero. El material elegido para este estudio de trabajo fue la población de la variedad de palmas de coco típica, llamada también como variedad criollo “Alto del Pacífico”.

Metodología

Una vez determinado el lugar donde se hizo la selección, se aplicó la técnica de selección masal estratificada con ajuste de Molina (Márquez,1985), adecuadas a cocotero, que consiste en dividir el área en pequeñas parcelas o cuadros y seleccionar los mejor individuos de cada una de ellas. Para realizar la selección de una manera sofisticada y no se tenga ningún error al efectuar la toma de datos. Se contemplaron los siguientes pasos:

- La plantación se consideró como un lote, de 100 palmeras. Se dividió el lote en sublotos de acuerdo a las condiciones del suelo (heterogeneidad).
- Debido a que el arreglo topológico de la huerta es a tres bolillos, cada sublote fue una superficie cuadrangular en que deberían estar hipotéticamente establecidas 41 palmeras con competencia completa. Sin embargo por motivo de muerte de algunas palmeras solo se evaluaron 33 palmeras con competencia completa.
- En cada sublote se seleccionaron visualmente 5 a 6 palmeras con competencia completa, en base al tamaño y número de frutos, así como de ausencia de enfermedades.
- Se calculó la media de rendimiento de cada sublote y la media de rendimiento de todo el lote.
- Se realizó el ajuste a los valores de las variables consideradas de cada planta mediante la fórmula siguiente:

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

Donde:

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

$\bar{Y}_{..}$ = Media de todo el lote.

Y_{ij} = Rendimiento real de la planta i del sublote j .

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

Se ordenaron las palmeras de mayor a menor rendimiento de copra.

Variables de estudio

Los parámetros fueron aquellos considerados como componentes del rendimiento (Santos,1996) tales como: **1.** Peso del fruto (PFR) (kg).- El promedio del peso de 5 frutos por palmera; **2.** Peso del endospermo sólido (PES) (kg).- El promedio de la pulpa o carne de 5 frutos por palmera; **3.** Peso de la copra (PC) (kg). El promedio del peso de copra de 5 frutos por palmera; **4.** Rendimiento del fruto (RF) ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$).- El peso promedio de un fruto multiplicado por 24,000 frutos; **5.** Rendimiento del endospermo sólido (RES) ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$).-El peso promedio del endospermo sólido (pulpa o carne) de un fruto multiplicado por 24,000 frutos; **6.** Rendimiento de la copra (RC) ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$).

El peso de la copra promedio de un fruto multiplicado por 24,000 frutos; **7.** Grosor del mesocarpio ecuatorial izquierdo (GMEI) (mm). El espesor del bonote de la parte ecuatorial del fruto del lado izquierdo, medido en 5 frutos por palma; **8.** Grosor del mesocarpio ecuatorial derecho (GMED) (mm).- El espesor del bonote de la parte ecuatorial del fruto del lado derecho medido en 5 frutos por palma; **9.** Grosor del mesocarpio polar norte (GMPN) (mm). El espesor del bonote de la parte superior del fruto, medido en 5 frutos por palma; **10.**

Grosor del endospermo sólido (GES) (mm). El espesor de la pulpa o carne en la parte ecuatorial del fruto, medido en 5 frutos por palma; 11. Diámetro ecuatorial del endocarpio (DEE) (mm). El diámetro ecuatorial de la concha, medido en 5 frutos por palma; 12. Diámetro longitudinal del endocarpio (DLE) (mm). El diámetro ecuatorial de la concha, medido en 5 frutos por palma.

Análisis estadísticos

Con los valores ajustados con la fórmula de la metodología de selección masal estratificada modificada por Molina y adecuada a cocotero, se realizó el Análisis de varianza (ANOVA) a un factor para todas las variables consideradas. Se realizó la comparación de medias usando la prueba t de Student para todas las variables en estudio. Se llevó a cabo el análisis de correlación entre todas las variables usando el coeficiente de correlación de Pearson. Todos los análisis estadísticos se hicieron con el programa SAS.

Resultados

Se muestran los resultados ajustados presentados de mayor a menor, se puede observar que en el grupo élite el promedio del PC de 5 frutos oscilan entre los 0.328 a 0.172 kg (Tabla 2), mientras que en las palmeras no seleccionadas se tienen pesos de 0.160 a 0.090 kg (Tabla 1). Con respecto al número de frutos por racimos, factor muy importante en el rendimiento por unidad de superficie, se consideró pertinente unificar la producción de fruto por hectárea por año para no alterar el principal propósito del proyecto, ya que por cuestiones de manejo de la plantación, al momento de la toma de datos, se apreciaba que ya habían cosechado algunos racimos de las palmeras en estudio, quedando estas en desventaja con el resto de las palmeras.

Considerando que en una huerta con buen manejo agronómico en promedio se tienen 20 y 14 cocos por racimo en densidades de población de 100 a 144 palmas por hectárea respectivamente; y se obtienen 12 racimos por años, entonces la producción promedio de fruto por hectárea por año es de 24,000 frutos. En base al análisis realizado la estimación del rendimiento de copra por hectárea por año de las palmeras en estudio se encuentra entre 7.9 (valor para la mejor palmera) y 4.1 (la palmera con el rendimiento más bajo) toneladas, en tanto que las palmas no seleccionadas presentan valores entre 3.84 a 2.16 ton (Tabla 5). Estos rendimientos están por arriba de la producción media anual estatal que es de 1.9 toneladas por hectárea por año. El PFR tomado del promedio de 5 frutos en el grupo élite oscila entre 2.47 a 1.29 kg (Tabla 2), mientras que en la muestra al azar de las palmeras no seleccionadas estos valores se encuentran en el rango de 1.9 a 1.1 kg (Tabla 1). El promedio de 5 frutos del (PES) dentro del grupo élite va de 0.595 a 0.293 kg (Tabla 2), en tanto que en las palmeras no seleccionadas oscila de 0.328 a 0.208 kg (Tabla 1).

| No. Prog. | PFR X de 5 F (kg) YIJ Ajustado | PES X de 5 F (kg) YIJ Ajustado | PC X de 5 F (kg) YIJ Ajustado |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1.9 | 0.328 | 0.160 |
| 2 | 1.9 | 0.318 | 0.150 |
| 3 | 1.7 | 0.318 | 0.145 |
| 4 | 1.7 | 0.318 | 0.140 |
| 5 | 1.6 | 0.318 | 0.130 |
| 6 | 1.6 | 0.318 | 0.125 |
| 7 | 1.5 | 0.314 | 0.120 |
| 8 | 1.4 | 0.314 | 0.110 |
| 9 | 1.3 | 0.308 | 0.100 |
| 10 | 1.3 | 0.258 | 0.098 |
| 11 | 1.3 | 0.281 | 0.098 |
| 12 | 1.3 | 0.258 | 0.095 |
| 13 | 1.3 | 0.248 | 0.094 |
| 14 | 1.2 | 0.208 | 0.092 |
| 15 | 1.1 | 0.208 | 0.090 |
| \bar{X} | 1.5 | 0.3 | 0.1 |

Tabla 1 Peso del fruto, del endospermo y de la copra, de palmeras no seleccionadas dentro de una población Criollo Alto del Pacífico, en La Saladita, municipio de la Unión, Gro.

| No. Prog. | Sublote-Palma | PFR | PES | PC |
|-----------|---------------|----------------------------|----------------------------|--|
| | | 5F(Kg) YIJ Ajustado | 5 F(kg) YIJ Ajustado | \bar{X} de 5 F (kg) YIJ Ajustado |
| 1 | 3-2 | 2.26 | 0.568 | 0.328 |
| 2 | 1-2 | 2.15 | 0.595 | 0.312 |
| 3 | 4-6 | 1.33 | 0.524 | 0.302 |
| 4 | C2 - 2 | 2.03 | 0.580 | 0.285 |
| 5 | 5-4 | 1.71 | 0.445 | 0.284 |
| 6 | 4-3 | 2.47 | 0.511 | 0.280 |
| 7 | C1 - C1 | 1.92 | 0.488 | 0.279 |
| 8 | 5-5 | 1.75 | 0.545 | 0.275 |
| 9 | 1-5 | 1.55 | 0.495 | 0.275 |
| 10 | 4-1 | 2.35 | 0.474 | 0.273 |
| 11 | 6-2 | 1.85 | 0.438 | 0.271 |
| 12 | 2-3 | 2.01 | 0.468 | 0.269 |
| 13 | 5-3 | 1.79 | 0.482 | 0.265 |
| 14 | 4-5 | 1.41 | 0.374 | 0.264 |
| 15 | 5-1 | 1.81 | 0.445 | 0.259 |
| 16 | 6-3 | 1.77 | 0.476 | 0.258 |
| 17 | 1-3 | 1.93 | 0.483 | 0.254 |
| 18 | 2-1 | 1.82 | 0.443 | 0.245 |
| 19 | C2 - 1 | 1.29 | 0.305 | 0.237 |
| 20 | C1 - 3 | 1.76 | 0.480 | 0.226 |
| 21 | 2-2 | 1.68 | 0.455 | 0.235 |
| 22 | 1-6 | 1.77 | 0.458 | 0.234 |
| 23 | C1-2 | 1.76 | 0.438 | 0.233 |
| 24 | 1-1 | 2.13 | 0.480 | 0.226 |
| 25 | 3-1 | 1.28 | 0.393 | 0.227 |
| 26 | C3 - 3 | 2.13 | 0.480 | 0.226 |
| 27 | 6-1 | 1.83 | 0.451 | 0.220 |
| 28 | 5-6 | 1.97 | 0.432 | 0.219 |
| 29 | 4-2 | 1.49 | 0.474 | 0.207 |
| 30 | 5-2 | 1.85 | 0.382 | 0.194 |
| 31 | 3-3 | 1.90 | 0.405 | 0.194 |
| 32 | 1-4 | 1.35 | 0.293 | 0.190 |
| 33 | 4-4 | 1.83 | 0.374 | 0.172 |
| XPS | | 1.82 | 0.46 | 0.25 |

Tabla 2 Peso del fruto, del endospermo y de la copra, de palmeras seleccionadas dentro de una población Criollo Alto del Pacífico, en La Saladita, mpio de la Unión, Gro.

| Grupo de palmeras | PFR 5 Kg YIJ Ajustado | PES 5 F (kg) YIJ Ajustado | PC \bar{X} de 5 F (kg) YIJ Ajustado |
|--|--------------------------------|------------------------------------|--|
| \bar{X} de palmeras seleccionadas | 1.82 | 0.46 | 0.25 |
| \bar{X} de palmeras no seleccionadas | 1.5 | 0.3 | 0.1 |
| \bar{X} PS - \bar{X} PNS | 0.32 | 0.16 | 0.15 |
| Ganancia de selección (%) | 21.33 | 53.33 | 150.00 |

Tabla 3 Ganancia de la selección peso de fruto, peso del endospermo y peso de la copra con respecto a una muestra de 15 palmeras del resto de la población no seleccionada, en La Saladita, mpio de la Unión, Gro.

En las palmeras seleccionadas el (RF). ha⁻¹.año⁻¹ se encuentran entre 59.3 a 30.7 ton., (Tabla 5), en comparación con los rendimientos de las muestras al azar de las palmeras no seleccionadas con rangos que van de 46.4 a 27.2 ton., (Tabla 4).

En el grupo élite el rendimiento del (RES).ha⁻¹.año⁻¹ oscila de 14.3 a 7.3 ton (Tabla 5), en tanto que en la muestra al azar de la población original estos valores van de 7.9 a 5.0 ton., (Tabla 4).

En cuanto al (RC) .ha⁻¹.año⁻¹ el grupo élite presenta valores de un rango de 7.9 a 4.1 ton (Tabla 5), mientras las muestras al azar de la población original tienen un rango de 3.84 a 2.8 (Tabla 4).

| No. Prog. | RF Ton.ha- 1.año-1 Ajustado | RES Ton.ha- 1.año-1 Ajustado | RC Ton.ha-1 año-1 Ajustado |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 46.4 | 7.9 | 3.84 |
| 2 | 46.4 | 7.6 | 3.6 |
| 3 | 41.6 | 7.6 | 3.48 |
| 4 | 41.6 | 7.6 | 3.36 |
| 5 | 39.2 | 7.6 | 3.12 |
| 6 | 38.4 | 7.6 | 3 |
| 7 | 36.8 | 7.5 | 2.88 |
| 8 | 34.4 | 7.5 | 2.64 |
| 9 | 32 | 7.4 | 2.4 |
| 10 | 32 | 6.2 | 2.352 |
| 11 | 32 | 6.7 | 2.352 |
| 12 | 32 | 6.2 | 2.28 |
| 13 | 32 | 5.9 | 2.256 |
| 14 | 29.6 | 5 | 2.208 |
| 15 | 27.2 | 5 | 2.16 |
| \bar{X} | 36.1 | 6.9 | 2.8 |

Tabla 4 Rendimiento por ha. del fruto, del endospermo y de la copra, de palmeras no seleccionadas dentro de una población Criollo Alto del Pacífico, en La Saladita, mpio de la Unión, Gro.

| No. Prog. | Sublote-Palma | RF | RES | RC |
|-----------|---------------|--|--|--|
| | | Ton.ha ⁻¹ año ⁻¹ Ajustado | Ton.ha ⁻¹ año ⁻¹ Ajustado | Ton.ha ⁻¹ año ⁻¹ Ajustado |
| 1 | 3-2 | 54.2 | 13.6 | 7.9 |
| 2 | 1-2 | 51.6 | 14.3 | 7.5 |
| 3 | 4-6 | 31.9 | 12.6 | 7.2 |
| 4 | C2 - 2 | 48.6 | 13.9 | 6.8 |
| 5 | 5-4 | 41 | 10.7 | 6.8 |
| 6 | 4-3 | 59.3 | 12.3 | 6.7 |
| 7 | C1 - C1 | 46.1 | 11.7 | 6.7 |
| 8 | 5-5 | 42 | 13.1 | 6.6 |
| 9 | 1-5 | 37.2 | 11.9 | 6.6 |
| 10 | 4-1 | 56.4 | 11.4 | 6.6 |
| 11 | 6-2 | 44.3 | 10.5 | 6.5 |
| 12 | 2-3 | 48.2 | 11.2 | 6.5 |
| 13 | 5-3 | 42.9 | 11.6 | 6.4 |
| 14 | 4-5 | 33.8 | 9 | 6.3 |
| 15 | 5-1 | 43.4 | 10.7 | 6.2 |
| 16 | 6-3 | 42.4 | 11.4 | 6.2 |
| 17 | 1-3 | 46.3 | 11.6 | 6.1 |
| 18 | 2-1 | 43.7 | 10.6 | 5.9 |
| 19 | C2 - 1 | 30.9 | 7.3 | 5.7 |
| 20 | C1 - 3 | 42.2 | 11.5 | 5.4 |
| 21 | 2-2 | 40.3 | 10.9 | 5.6 |
| 22 | 1-6 | 42.5 | 11 | 5.6 |
| 23 | C1-2 | 42.2 | 10.5 | 5.6 |
| 24 | 1-1 | 51.1 | 11.5 | 5.4 |
| 25 | 3-1 | 30.7 | 9.4 | 5.4 |
| 26 | C3 - 3 | 51 | 11.5 | 5.4 |
| 27 | 6-1 | 43.8 | 10.8 | 5.3 |
| 28 | 5-6 | 47.3 | 10.4 | 5.3 |
| 29 | 4-2 | 35.7 | 11.4 | 5 |
| 30 | 5-2 | 44.4 | 9.2 | 4.7 |
| 31 | 3-3 | 45.6 | 9.7 | 4.7 |
| 32 | 1-4 | 32.4 | 7 | 4.6 |
| 33 | 4-4 | 43.9 | 9 | 4.1 |
| XPS | | 43.56 | 11 | 5.98 |

Tabla 5 Rendimiento por ha., del fruto, del endospermo y de la copra, de palmeras seleccionadas dentro de una población Criollo Alto del Pacífico, en La Saladita, municipio de la Unión, Gro.

| Grupo de palmeras | PF | RES | RC |
|--|--|--|--|
| | Ton.ha ⁻¹ año ⁻¹ Ajustado | Ton.ha ⁻¹ año ⁻¹ Ajustado | Ton.ha ⁻¹ año ⁻¹ Ajustado |
| \bar{X} de palmeras seleccionadas | 43.56 | 11 | 5.98 |
| \bar{X} de palmeras no seleccionadas | 36.1 | 6.9 | 2.8 |
| \bar{X} PS - \bar{X} PNS | 7.46 | 4.1 | 3.18 |
| Ganancia de selección (%) | 20.66 | 59.42 | 113.57 |

Tabla 6 Ganancia de la selección del rendimiento del fruto, del endospermo y de la copra con respecto a una muestra de 15 palmeras del resto de la población no seleccionada, en La Saladita, municipio de la Unión, Gro.

Con respecto a las características del fruto en el grupo élite, el (GMEI) oscila entre los 50.9 a 27.9 mm., mientras que el (GMED) va de 58.8 a 26.8 en tanto que el (GMPN) norte se encuentra entre los 47.0 a 20.3 mm., (Tabla 8). En contraste con los resultados de las palmeras no seleccionadas, cuyo valores son 64.7 a 37.7, 104.1 a 59.5 y de 74.4 a 45.4mm (Tabla 7) respectivamente.

En cuanto al grosor de la copra (GES), las palmeras seleccionada muestran un grosor que van de los 15.2 a 11.7 mm., (Tabla 8), mientras que la muestra de las palmeras no seleccionadas se encuentran entre 11 a 8 mm., (Tabla 7).

El diámetro ecuatorial de la concha (DEE) en el grupo élite es de 149.0 a 119.0 mm, en tanto que el diámetro longitudinal tiene un rango de 137.7 a 111.3 mm (Tabla 8) en relación a las palmeras no seleccionadas que muestran diámetros de 122.6 a 80.6 y 111.9 a 86.9 mm., (Tabla 7) respectivamente.

A excepción de las medias del mesocarpio, el promedio de todos los parámetros considerados fueron mayores en el grupo élite con respecto a las palmeras no seleccionadas (Tablas 3, 6 9).

La ganancia de la selección dentro de la población fue de 21.33, 53.33 y 150% para el peso del fruto, el peso fresco de la copra y el peso seco de la copra -tomados de 5 frutos respectivamente (Tabla 3). Estos mismos parámetros estimados a rendimiento por hectárea por año presentan ganancias de 20.66, 59.42 y 113.57% respectivamente (cuadro 6).

En cuanto al grosor del mesocarpio, medido en 5 frutos, se tuvo una ganancia negativa de -18.84, -37.27 y -40.93% para los lados, ecuatorial izquierdo, ecuatorial derecho y polar norte respectivamente. Con respecto al grosor de la copra la ganancia fue de 39.58%, mientras que en el diámetro ecuatorial de la concha fue de 18.17%, siendo superada por la ganancia del diámetro longitudinal de la concha la cual fue de 22.63% (Tabla 9)

| No. Prog. | GMEI Mm YIJ Ajusta. | GMED Mm YIJ Ajust. | GMPN Mm YIJ Ajust. | GES Mm YIJ Ajust. | DEE (mm) YIJ Ajust. | DLE (mm) YIJ Ajust. |
|-----------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 37.7 | 59.5 | 45.4 | 11.0 | 122.6 | 111.9 |
| 2 | 37.7 | 60.1 | 45.4 | 10.8 | 120.6 | 107.9 |
| 3 | 38.7 | 64.1 | 45.4 | 10.8 | 120.6 | 106.9 |
| 4 | 39.7 | 64.1 | 46.4 | 10.0 | 120.6 | 106.9 |
| 5 | 39.7 | 64.1 | 47.4 | 10.0 | 120.6 | 106.9 |
| 6 | 39.7 | 67.1 | 49.4 | 10.0 | 118.6 | 106.9 |
| 7 | 39.7 | 69.1 | 50.4 | 10.0 | 115.6 | 101.9 |
| 8 | 41.7 | 69.1 | 53.4 | 10.0 | 115.6 | 101.9 |
| 9 | 42.7 | 69.1 | 55.4 | 10.0 | 115.6 | 101.3 |
| 10 | 44.7 | 74.1 | 55.4 | 9.0 | 112.6 | 95.0 |
| 11 | 44.7 | 71.7 | 55.4 | 9.0 | 113.6 | 96.9 |
| 12 | 49.7 | 79.1 | 65.4 | 9.0 | 110.6 | 93.9 |
| 13 | 54.7 | 84.1 | 65.4 | 8.0 | 103.6 | 91.9 |
| 14 | 59.7 | 89.1 | 65.4 | 8.0 | 100.6 | 86.9 |
| 15 | 64.7 | 104.1 | 75.4 | 8.0 | 80.6 | 86.9 |
| \bar{X} | 45 | 72.5 | 54.7 | 9.6 | 112.8 | 100.3 |

Tabla 7 Grosor del mesocarpio y diámetro del endocarpio, de palmeras no seleccionadas dentro de una población Criollo Alto del Pacífico, en La Saladita, mpio de la Unión, Gro

| No. Prog. | Sublote -Palma | GMEI mm YIJ Ajust. | GMED mm YIJ Ajust. | GMPN mm YIJ Ajust. | GES mm YIJ Ajust. | DEE (mm) YIJ Ajust. | DLE (mm) YIJ Ajust. |
|-----------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 3-2 | 36.5 | 39.8 | 33.3 | 13.4 | 144.3 | 136.7 |
| 2 | 1-2 | 38.0 | 43.5 | 43.3 | 13.6 | 143.3 | 126.3 |
| 3 | 4-6 | | | | | | |
| 3 | C2 - 2 | 35.9 | 40.8 | 39.8 | 15.2 | 139.3 | 128.2 |
| 4 | 5-4 | 30.5 | 49.8 | 30.6 | 14.7 | 149.0 | 119.7 |
| 5 | 4-3 | 27.9 | 40.1 | 20.3 | 11.9 | 128.5 | 119.2 |
| 6 | C1 - | 50.9 | 58.8 | 34.8 | 14.2 | 139.3 | 131.2 |
| 7 | C1 | 42.9 | 43.8 | 47.0 | 12.1 | 127.3 | 119.7 |
| 8 | 5-5 | 42.9 | 40.1 | 30.3 | 13.9 | 143.5 | 124.2 |
| 9 | 1-5 | 28.0 | 52.5 | 23.3 | 13.6 | 128.3 | 121.3 |
| 10 | 4-1 | 33.9 | 38.8 | 34.8 | 12.2 | 141.3 | 131.2 |
| 11 | 6-2 | 36.5 | 49.5 | 35.0 | 13.7 | 133.0 | 127.7 |
| 12 | 2- 3 | 33.9 | 47.8 | 30.6 | 13.4 | 127.3 | 119.7 |
| 13 | 5-3 | 45.9 | 57.1 | 37.3 | 12.9 | 131.5 | 131.2 |
| 14 | 4-5 | 28.9 | 38.8 | 29.8 | 13.2 | 129.3 | 113.2 |
| 15 | 5-1 | 38.9 | 42.1 | 33.3 | 14.9 | 137.5 | 121.2 |
| 16 | 6-3 | 32.5 | 44.5 | 32.0 | 11.7 | 142.0 | 125.7 |
| 17 | 1-3 | 41.0 | 40.5 | 38.3 | 13.6 | 138.3 | 131.3 |
| 18 | 2- 1 | 33.9 | 30.8 | 25.6 | 13.4 | 131.3 | 124.7 |
| 19 | C2 - 1 | 40.5 | 59.8 | 30.6 | 12.7 | 119.0 | 111.7 |
| 20 | C1 -3 | 37.9 | 45.8 | 24.0 | 15.1 | 135.3 | 119.7 |
| 21 | 2-2 | 41.9 | 57.8 | 40.6 | 13.4 | 141.3 | 124.7 |
| 22 | 1-6 | 33.0 | 45.5 | 33.3 | 13.6 | 138.3 | 126.3 |
| 23 | C1-2 | 28.9 | 46.8 | 26.0 | 13.1 | 137.3 | 129.7 |
| 24 | 1-1 | 31.0 | 45.5 | 29.3 | 13.6 | 128.3 | 121.3 |
| 25 | 3-1 | 36.5 | 56.8 | 28.3 | 14.4 | 121.3 | 113.7 |
| 26 | C3 - 3 | 38.5 | 26.8 | 35.6 | 12.7 | 132.0 | 137.7 |
| 27 | 6-1 | 40.5 | 42.5 | 30.0 | 14.7 | 125.0 | 115.7 |
| 28 | 5-6 | 27.9 | 45.1 | 42.3 | 14.9 | 131.5 | 121.2 |
| 29 | 4-2 | 33.9 | 36.8 | 24.8 | 12.2 | 131.3 | 113.2 |
| 30 | 5-2 | 35.9 | 48.1 | 30.3 | 11.9 | 127.5 | 121.2 |
| 31 | 3-3 | 36.5 | 39.8 | 35.3 | 12.4 | 134.3 | 118.7 |
| 32 | 1-4 | 48.0 | 45.5 | 26.3 | 12.6 | 123.3 | 111.3 |
| 33 | 4-4 | 35.9 | 58.8 | 29.8 | 13.2 | 119.3 | 121.2 |
| XPS | | 36.52 | 45.48 | 32.31 | 13.4 | 133.3 | 123 |

Tabla 8 Grosor del mesocarpio y diámetro del endocarpio, de palmeras seleccionadas dentro de una población Criollo Alto del Pacífico, en La Saladita, mpio de la Unión, Gro.

| Grupo de palmeras | GMEI mm YIJ Ajust. | GMED mm YIJ Ajust. | GMPN mm YIJ Ajust. | GES mm YIJ Ajust. | DEE (mm) YIJ Ajust. | DLE (mm) YIJ Ajust. |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| \bar{X} de palmeras seleccionadas | 36.52 | 45.48 | 32.31 | 13.4 | 133.3 | 123 |
| \bar{X} de palmeras no seleccionadas | 45 | 72.5 | 54.7 | 9.6 | 112.8 | 100.3 |
| \bar{X} PS - \bar{X} PNS | -8.48 | -27.02 | -22.39 | 3.8 | 20.5 | 22.7 |
| Ganancia de selección (%) | -18.84 | -37.27 | -40.93 | 39.58 | 18.17 | 22.63 |

Tabla 9 Ganancia de la selección del grosor del mesocarpio y el diámetro del endospermo con respecto a una muestra de 15 palmeras del resto de la población no seleccionada, en La Saladita, mpio de la Unión, Gro.

De acuerdo al análisis de varianza a un factor existe diferencia significativa con un $\alpha=0.01$ entre los grupos (Grupo élite de palmeras seleccionadas por alto potencial de rendimiento y muestras al azar de la población original) para las variables peso del fruto, peso de la copra fresca, peso de la copra seca, rendimiento del fruto/ha/año, rendimiento de la copra fresca y copra seca $\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. Para estas variables no hubo diferencia significativa dentro de los grupos (Tabla 10)

| Variable | FV | GL | SC | CM | F |
|-------------------|--------------|----|-------|---------|--------|
| PFR (Kg) | Entre grupos | 1 | 1.211 | 1.21133 | 18.40 |
| PES (kg) | Entre grupos | 1 | 0.301 | 0.30133 | 122.97 |
| PC (kg) | Entre grupos | 1 | 0.181 | 0.18122 | 73.97 |
| RF /ha/año (Ton) | Entre grupos | 1 | 572.0 | 572.043 | 14.48 |
| RES /ha/año (Ton) | Entre grupos | 1 | 175 | 174.997 | 121.03 |
| RC/ha/año (Ton) | Entre grupos | 1 | 104.5 | 104.519 | 109.32 |

Tabla 10 Análisis de varianza a un factor del rendimiento de copra y algunos componentes del rendimiento.

Así mismo el Análisis de Varianza a un factor muestra que para las variables grosor del bonote ecuatorial izquierdo, derecho y polar norte, al igual que para el grosor de la copra, el diámetro ecuatorial y longitudinal existe diferencia significativa con un $\alpha=0.01$ entre los dos grupos (Cuadro 5).

Dentro de grupos se presenta diferencia significativa con un $\alpha=0.01$ solo en las variables bonote ecuatorial derecho, bonote polar norte, grosor de la copra y diámetro longitudinal de la concha (Tabla 11).

| Var | FV | GL | SC | CM | F | Sig. |
|-----------|--------------|----|------|-------|-------|--------|
| GMEI (mm) | Entre grupos | 1 | 744 | 744.5 | 17.05 | 0.0010 |
| GMED (mm) | Entre grupos | 1 | 7571 | 7571 | 99999 | 0.0001 |
| GMPN (mm) | Entre grupos | 1 | 5189 | 5189 | 99999 | 0.0001 |
| GES (mm) | Entre grupos | 1 | 150 | 150.7 | 99999 | 0.0001 |
| DEE (mm) | Entre grupos | 1 | 4338 | 4338 | 89.95 | 0.0001 |
| DLE (mm) | Entre grupos | 1 | 5339 | 5339 | 99999 | 0.0001 |

Tabla 11 Análisis de varianza a un factor de algunos componentes del rendimiento.

Discusión

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se pudo constatar que dentro de una población de cocotero existe, gran diversidad de tamaño de frutos, grosor del mesocarpio (bonote), diámetro ecuatorial y longitudinal del endocarpio (concha), grosor del endospermo sólido (pulpa o copra fresca), peso del fruto fresco, peso del endocarpio sólido, peso de la copra, estructuras que influyen de cierta manera en el rendimiento de copra por unidad de superficie (Bourdeix,1988, Labouisse,2001)).

Estos resultados se deben a que el estado de Guerrero es la entidad que tiene la mayor superficie con palma de coco en la república Mexicana, por lo tanto es donde se encuentra la mayor variabilidad genética de esta especie tropical. Aunado a que en una población de individuos se tiene una distribución normal de los caracteres cuantitativos y cualitativos.

Condiciones demasiado favorables para llevar a cabo trabajos de selección, que es la base de los programas de mejoramiento genético a largo plazo (Bourdeix,1990, Labouisse,2004). La selección nos permite escoger los mejores individuos de una población, que serán los más dotados para obtener mayores rendimientos, más tolerantes a enfermedades y plagas, es decir aquellos que han logrado adaptarse mejor a su medio ambiente y han aprendido a convivir con los otros seres vivos con los que interactúan (Labouisse,2004).

En la Población Criollo Alto del Pacífico encontramos una gran diversidad de formas y colores en las diferentes estructuras que conforman a la palma de coco, desde el estípite pasando por la disposición de las hojas o palapas hasta llegar al color de los frutos. De tal manera que existe dentro de una población, variación en la arquitectura de las palmas.

La heterogeneidad no se limita a los caracteres cualitativos, también juega un papel determinante en los caracteres cuantitativos, los cuales determinan el potencial de mayor expresión del producto de interés del cultivo. En el caso del cocotero el principal producto por excelencia ha sido la producción de la copra para la extracción de aceite. Sin embargo en el presente ha cobrado importancia la producción de fruto para su consumo en fresco y el agua embotellada. Se menciona que existe una relación entre el color del epicarpio del fruto y el sabor del agua. Los cocos amarillos a rojos tienden a presentar el agua más dulces que los cocos verdes.

En los resultados se presentan tan solo la producción promedio de frutos por hectárea por año, de plantaciones bajo condiciones óptimas de producción. No obstante si consideramos que la producción media de frutos por racimo es de 10 cocos por palma bajo condiciones medianas de producción y se producen 12 racimos por año, entonces en una hectárea con un arreglo topológico en marco real y a una distancia de 10 m, se tiene una densidad de población de 100 palmeras lo que nos indica que la producción de frutos por hectárea por año es de 12,000, la mitad de lo que se presenta en los cuadros de resultados. De tal suerte que la producción de copra por unidad de superficie anual sería la mitad de lo que muestran los resultados. A pesar de esto, los rendimientos de copra del grupo élite siguen siendo superiores a la producción media estatal (1.9 ton.ha⁻¹) y nacional (1.7 ton.ha⁻¹) y similares a los rendimientos de las palmeras no seleccionadas que se encuentran entre 1.92 a 1.08 ton.ha⁻¹ de copra.

Las ganancias alcanzadas del rendimiento y sus componentes a través de la selección dentro de una población de cocotero, se pueden explicar, a que se escogieron los individuos mejor dotados y con mayor adaptación a las condiciones edáficas y ambientales propias del lugar (Bourdeix,1988; Bourdeix,1991b).

Con respecto a las ganancias, grosor del mesocarpio ecuatorial izquierdo (GMEI), grosor del mesocarpio ecuatorial derecho (GMED) y grosor del mesocarpio polar norte (GMPN) (mm), estas se deben a que el mesocarpio es un centro de demanda de fotosintatos que compite con el endospermo sólido (el cual más tarde será la copra, el producto de interés económico), por lo que a menor cantidad de mesocarpio (bonote) mayor cantidad de endocarpio sólido, ya que existe mayor translocación de nutrimentos a ese centro de demanda.

El análisis de varianza a un factor, nos indican que el grupo élite seleccionado por alto potencial de rendimiento supera estadísticamente en todas las variables estudiadas a las palmeras no seleccionadas. Lo anterior puede deberse a que las palmeras seleccionadas son las mejores adaptadas y las más eficientes en cuanto a aprovechamiento de la luminosidad, elaboración, almacenamiento y translocación de fotosintatos a los centros de demanda de interés económico, con respecto a las palmeras no seleccionadas.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Fundación Produce de Guerrero, por el apoyo financiero otorgado a este trabajo como parte del Proyecto denominado “Selección de palmas de cocotero en función a la morfología del fruto en el Criollo Alto del Pacífico de las costas de Guerrero.

Conclusiones

- En las Costas de Guerrero, la población “Criollo Alto del Pacífico” presenta una amplia variabilidad genética lo que hace posible realizar selección para diferentes caracteres.
- El grupo élite de palmeras de alto potencial productivo están por arriba del rendimiento de copra $\text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ de la media Estatal y Nacional.
- Las palmeras con frutos con mesocarpio (bonote) delgado y mayor cavidad del endocarpio (concha) son las que presentan mayor rendimiento.
- Los parámetros del fruto considerados en esta evaluación están correlacionados entre sí e influyen directamente o indirectamente en el rendimiento de copra.

- La selección de palmeras de alto potencial de rendimiento dentro de la huerta de Criollos Altos del Pacífico fue efectiva, logrando ganancias considerables en el rendimiento de copra y sus componentes.

Referencias

- Alejo J.A.; Barrios A. A.; Manjarrez S. M.; Romero G. N. R.; Santos E. O. A. (2006a). Selección de palmas de cocotero considerando el tamaño del fruto en la población “Criollo Alto del Pacífico” de las costas de Guerrero. Día del productor Guerrerense. Publicación especial numero 6. INIFAP. CIRPAS, CEIGUA, p. 30.
- Alejo, J. A. Romero, G .N. R. Santos, E .O. A., Palemón, A. F, y Palemón A. E. (2006b). Técnicas de selección y manejo de palmas de cocotero para la producción de semilla y polen en el Criollo Alto del Pacífico en el estado de Guerrero. XI Foro de Estudios sobre Guerrero. Noviembre Acapulco, Guerrero.
- Bourdeix R N’Cho YP, Lesaint JP, Sangare A. (1990). Une stratégie de sélection du cocotier *Cocos nucifera* L., Synthèse des acquis. *Oléagineux*, 45 (8-9) : 359-371.
- Bourdeix R. Meunier J. N’Cho YP. (1991a). Une stratégie de sélection du cocotier *Cocos nucifera* L. II. Amélioration des hybrides Grand x Grand. *Oléagineux*, 46, pp. 267-282.
- Bourdeix R. Meunier J. N’Cho YP. (1991b). Une stratégie de sélection du cocotier *Cocos nucifera* L. III. Amélioration des hybrides Nain x Grand. *Oléagineux*, 46, pp. 361-374.
- Bourdeix R. (1988). Efficacité de la sélection massale sur les composantes du rendement chez le cocotier. *Oléagineux*, 43, pp. 283-295.

Bourdeix R. Tuia V. Fili L.M. Kumar V. (2002). Coconut varieties of Niu Kafa. Cogent newsletter, 5, pp. 14-15.

Castillo G. R. A. (2007). Overcoming Poverty Reduction in Coconut Growing Communities: Coconut Genetic Resources for Livelihoods in Mexico. Report January-May 2007 presented in Poverty Reduction in Coconut-Growing Communities 3rd Annual Project Meeting, Hainan, China 4 – 6 July 2007.

García. E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen, (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), offset Larrios, 4a. ed., México.

Harries H. C. (1971). Coconut varieties in America. *Oleagineux* 26: 235-242.

Harries H. C. (1978.) The evolution dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. *Bot Rev* 44: 205-317.

Harries H. C. (1981). Practical identification of coconut varieties. *Oleagineux* 36(2):63-69.

Hocher, Valérie; Verdei Jean-Luc I; Grosdemange Frédérique; Huet, Christine; Bourdeix Roland; N'Cho, Yapo; Sangare, Alassane; Hornung, Roland; Hans-Jörg Jacobsen; Rillo, Erlinda; Oropeza, Carlos; Hamon, Serge. (1998) International cooperation for the development of in vitro vegetative propagation in coconut (*Cocos nucifera* L.). Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures. Réseaux transnationaux d'amélioration. Novembre-Décembre, Volume 7, Number 6, 499, p.

Labouisse JP et Caillon S. (2001). Une approche de la conservation in situ par l'étude d'un système semencier informel. Cas du cocotier au Vanuatu (Pacifique Sud). Sélection participative. Montpellier 5-6 septembre 2001. Cirad-CP.

Labouisse J.P., Sileye T., Morin J.P., Hamelin C., Baudouin L., Bourdeix R., Rouzière A. (2004). Coconut (*Cocos nucifera* L.) genetic improvement in Vanuatu: overview of research achievements from 1962 to 2002. Part 1: Improvement of the Vanuatu tall by mass selection .. *Oléagineux, corps gras, lipides*, vol. 11, 4-5, pp. 354-361.

Labouisse J.P., Sileye T., Morin J.P., Hamelin C., Baudouin L., Bourdeix R., Rouzière A., (2005). Coconut (*Cocos nucifera* L.) genetic improvement in Vanuatu: overview of research achievements from 1962 to 2002. Part 2: Improvement of the Vanuatu Tall by hybridization. *Oléagineux, corps gras, lipides*, vol. 12, 2, pp. 170-179.

Márquez S. F. (1985). Genotecnia Vegetal. Métodos teoría resultados. Tomo I. AGT. Editor. S.A. México, D.F.

Santos, G. A. Batugal P. A, Toman A, Baudouin L and Labouisse J. P. 1996. Manual Sobre Técnicas Estandarizadas para la Investigación del Mejoramiento del Cocotero. IPGRI, Regional Office For Asia. The Pacific and Oceania International Coconut Genetic Resources Network (COGENT) 46p.

Zizumbo, V.D., Hernández R.F and Harries H.C. (1993). Coconut varieties in Mexico. *Econ. Bot.* 47 (1): 65-78.