# Efecto de varias densidades de siembra

## sobre el comportamiento de cuatro materiales comerciales de palma aceitera

# Effects of Planting Densities on the Behavior

## of Four Oil Palm Commercial Materials


**Autores**

**Francisco Sterling,**
**Exeli Arias,**
**Dewayne Richardson**
Gene Palm Honduras
semillasgph@jaremar.com



**Palabras CLAVE**

Producción de racimos, híbridos, densidad de siembra, palma de aceite.

Bunch production, hybrids, plant density, oil palm.



## Resumen

En San Alejo (Atlántida) Honduras se plantaron materiales híbridos (DxP) comerciales de cuatro orígenes diferentes: Deli x Avros, Deli x Ekona, Deli x La Mé y Deli x Ex Nigeria, en un arreglo de densidad variable, en densidades que oscilaron entre 70 y 195 palmas por hectárea. Durante 14 años se midieron la producción individual, la composición del racimo y el crecimiento. Los híbridos de origen Deli x Avros y Deli x Ekona demostraron mejor comportamiento en densidades bajas, mientras que Calabar y La Mé, por su parte, mostraron mayor producción a densidades mayores. Las variables longitud foliar, sección transversal del pecíolo y tasa de emisión foliar fueron las más sensibles ante los cambios de densidad; en menor magnitud, la altura del tronco o el área foliar

## Summary

An experiment was carried out in San Alejo (Atlantida) Honduras where commercial hybrid materials of four different origins were planted *Deli x AVROS, Deli x Ekona, Deli x La Me and Deli x Calabar* in different types of density arrangements, which fluctuate between 90 and 300 palms per hectare. Individual production was measured throughout these 14 years and annual growth measurements were taken every year. The *Deli x AVROS* and *Deli x Ekona* hybrids showed a better behavior in low densities, while *Calabar x La Me* showed higher productions at higher densities Changes in density significantly affected the leaf length, cross section of the petiole and leave emission rate; the height of the stem and the leaf area were affected to a lesser degree.

## Introducción

Existe poca información en palma aceitera sobre experimentos de densidad de siembra; las primeras referencias sobre el tema provienen de Goh *et al.* (1977 y 1982) quienes describen el resultado de dos experimentos de densidad x fertilización en la estación Chemara, en Malasia.

Donough y Kwan (1991) muestran una detallada descripción de los resultados de dos experimentos en los que compararon el comportamiento de materiales comerciales a diferentes densidades de siembra, en dos localidades.

Smith, Donough y Corley (1996) determinaron la densidad óptima de siembra para materiales con diferente velocidad de expansión de la corona. Concluyeron que, en primer lugar, la longitud del raquis, y posteriormente el índice de área foliar, son variables indicadoras de la densidad óptima.

## Materiales y métodos

En agosto de 1991 se estableció un experimento de densidad variable (Goh, 1977) en San Alejo, Atlántida, Honduras, con el objetivo de medir el desempeño de cuatro materiales híbridos comerciales de palma aceitera, de origen Deli dura x Avros, Deli dura x Calabar, Deli dura x Ekona y Deli dura x La Mé sembrados en un arreglo de densidades sistemático a diferentes densidades, que oscilaron entre 70 y 195 palmas/ha.

Esta región se caracteriza por tener una precipitación media anual de 2.500 mm, con un marcado período sin lluvias entre marzo y abril. La temperatura media es de 26 grados Celsius, valores mínimos hasta 14 grados Celsius, especialmente entre los meses de noviembre a marzo, que junto con la baja luminosidad y radiación imperantes, constituyen las más serias limitantes de la expresión del potencial de producción de este cultivo en la región.

**Tabla 1a.** Rendimiento anual por palma a diferentes edades, de cuatro materials comerciales de palma aceitera evaluados a siete densidades de siembra. San Alejo, Honduras. 1995–2005

| Densidad | Edad | Material | | | | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Avros | Ekona | Ghana | La Mé | |
| 70 | 4 | 250,8 | 220,1 | 160,2 | 235,2 | 214,8 |
| 70 | 5 | 178,1 | 157,1 | 195,5 | 157,8 | 173,8 |
| 70 | 6 | 180,4 | 150,0 | 219,8 | 134,0 | 174,9 |
| 70 | 7 | 104,4 | 143,1 | 182,9 | 151,8 | 145,2 |
| 70 | 8 | 150,5 | 197,3 | 150,0 | 175,6 | 171,5 |
| 70 | 9 | 169,7 | 155,6 | 208,7 | 144,8 | 167,1 |
| 70 | 10 | 159,5 | 178,2 | 155,6 | 155,0 | 162,3 |
| 70 | 11 | 179,0 | 203,0 | 218,8 | 209,6 | 203,3 |
| 70 | | 169,5 | 176,7 | 185,5 | 176,0 | 177,1 |
| 83 | 4 | 215,2 | 212,3 | 156,7 | 196,3 | 195,1 |
| 83 | 5 | 135,1 | 108,1 | 193,5 | 170,7 | 160,3 |
| 83 | 6 | 140,5 | 166,1 | 203,6 | 168,5 | 165,5 |
| 83 | 7 | 139,7 | 165,2 | 162,3 | 161,1 | 155,8 |
| 83 | 8 | 137,8 | 149,1 | 143,7 | 96,8 | 136,9 |
| 83 | 9 | 165,6 | 194,3 | 223,5 | 159,3 | 187,9 |
| 83 | 10 | 185,7 | 139,5 | 184,3 | 182,1 | 175,1 |
| 83 | 11 | 216,6 | 223,7 | 264,3 | 218,1 | 230,9 |
| 83 | | 162,4 | 176,6 | 186,4 | 171,1 | 174,2 |
| 98 | 4 | 183,4 | 188,6 | 167,3 | 205,2 | 185,8 |
| 98 | 5 | 144,4 | 168,2 | 163,4 | 189,5 | 164,4 |
| 98 | 6 | 175,1 | 235,8 | 188,0 | 156,5 | 188,6 |
| 98 | 7 | 155,6 | 157,1 | 166,8 | 154,8 | 160,2 |
| 98 | 8 | 138,5 | 116,1 | 172,6 | 139,4 | 141,5 |
| 98 | 9 | 134,5 | 185,0 | 123,6 | 180,3 | 152,8 |
| 98 | 10 | 134,6 | 157,9 | 248,7 | 141,1 | 163,8 |
| 98 | 11 | 229,8 | 196,1 | 194,5 | 202,7 | 204,1 |
| 98 | | 158,8 | 174,3 | 173,3 | 173,2 | 169,7 |
| 117 | 4 | 147,9 | 157,1 | 142,5 | 171,3 | 154,5 |
| 117 | 5 | 114,7 | 123,4 | 141,6 | 138,3 | 128,4 |
| 117 | 6 | 134,2 | 179,5 | 129,1 | 185,3 | 153,8 |
| 117 | 7 | 129,9 | 197,8 | 146,1 | 203,3 | 170,8 |
| 117 | 8 | 155,0 | 81,2 | 138,9 | 133,8 | 133,5 |
| 117 | 9 | 189,5 | 221,5 | 168,7 | 162,6 | 188,6 |
| 117 | 10 | 187,5 | 206,1 | 133,1 | 150,7 | 170,6 |
| 117 | 11 | 209,6 | 201,6 | 203,4 | 190,0 | 202,2 |
| 117 | | 154,8 | 170,8 | 151,3 | 168,8 | 161,5 |
| 139 | 4 | 105,2 | 130,9 | 155,0 | 133,7 | 131,6 |
| 139 | 5 | 135,1 | 142,9 | 146,4 | 131,4 | 139,0 |
| 139 | 6 | 154,0 | 169,6 | 151,7 | 203,4 | 174,4 |
| 139 | 7 | 176,4 | 148,3 | 149,6 | 154,0 | 155,9 |
| 139 | 8 | 128,2 | 171,6 | 127,7 | 142,9 | 142,4 |
| 139 | 9 | 208,1 | 166,5 | 164,1 | 171,9 | 173,5 |
| 139 | 10 | 122,3 | 180,2 | 148,2 | 169,5 | 149,7 |
| 139 | 11 | 278,9 | 295,3 | 211,7 | 197,8 | 245,0 |
| 139 | | 150,1 | 168,5 | 154,2 | 163,5 | 159,1 |
| 164 | 4 | 80,0 | 88,1 | 135,5 | 112,4 | 104,9 |
| 164 | 5 | 135,9 | 179,2 | 122,1 | 141,8 | 146,8 |
| 164 | 6 | 152,0 | 130,8 | 140,4 | 165,7 | 146,8 |
| 164 | 7 | 160,8 | 175,9 | 176,2 | 153,9 | 166,1 |
| 164 | 8 | 164,3 | 155,7 | 133,5 | 180,9 | 156,8 |
| 164 | 9 | 165,9 | 170,7 | 154,7 | 186,1 | 166,8 |
| 164 | 10 | 148,3 | 159,8 | 184,9 | 202,0 | 170,8 |
| 164 | 11 | 180,3 | 256,3 | 197,8 | 189,3 | 208,0 |
| 164 | | 148,1 | 164,6 | 151,9 | 161,8 | 156,6 |
| 195 | 4 | 62,1 | 69,4 | 97,5 | 109,7 | 86,6 |
| 195 | 5 | 206,5 | 152,0 | 167,8 | 126,9 | 163,6 |
| 195 | 6 | 185,1 | 190,2 | 146,3 | 195,5 | 179,2 |
| 195 | 7 | 141,7 | 151,9 | 142,0 | 191,8 | 158,3 |
| 195 | 8 | 98,3 | 131,0 | 104,2 | 94,7 | 105,5 |
| 195 | 9 | 149,2 | 178,5 | 149,0 | 186,7 | 166,4 |
| 195 | 10 | 176,9 | 173,8 | 166,8 | 193,6 | 176,8 |
| 195 | 11 | 161,3 | 263,8 | 202,7 | 218,8 | 218,4 |
| 195 | | 148,9 | 162,8 | 146,6 | 161,3 | 155,0 |

La producción de racimos por palma individual se comenzó a medir en mayo de 1995, 48 meses después del transplante, y se ha mantenido en forma continua durante 10 años. Se han realizado medidas de crecimiento anualmente, siguiendo el procedimiento recomendado por Corley y Breure (1981). Los componentes del racimo han sido determinados de acuerdo con el procedimiento de Blaak y colaboradores (1963). Análisis de racimos fueron realizados en San Alejo durante los dos últimos años de evaluación en todos los tratamientos de densidad.

## Resultados y discusión

### Producción de racimos

En la Tabla 1 se presentan los rendimientos promedio producto de los 10 años de evaluación individual por palma y la respectiva transformación de los mismos a valores por hectárea (Tabla 1b), para los cuatro materiales sembrados a densidades variables en un rango poblacional que osciló entre 70 y 195 palmas /ha.

Durante la etapa de evaluación de rendimiento en este experimento, la máxima producción por palma individual para Deli x Avros se obtuvo en densidades inferiores a 139 palmas/ha. Para Deli x Ekona este límite estuvo en 164 palmas/ha. Para los materiales Deli dura x Ex Nigeria, y Deli dura x La Mé, no se observaron descensos en la producción a nivel de las palmas como entes individuales, atribuibles a la sobrepoblación, incluso a densidades tan altas como 195 palmas/ha (Tabla 2). En este experimento durante el período evaluado se nota una leve tendencia en los materiales más vigorosos, como Deli dura x Avros, y Deli x Ekona, a mostrar su mejor desempeño a densidades altas, en las etapas de crecimiento temprano, mientras que durante la fase de crecimiento adulto su comportamiento fue mejor a menores densidades de población. Al contrario, los híbridos Deli dura x ExNigeria y Deli dura x La Mé han mantenido un desempeño estable durante todas las

**Tabla 1b.** Rendimiento anual por unidad de área con diferentes edades, de cuatro materiales comerciales de palma aceitera evaluados a siete densidades de siembra. San Alejo, Honduras.1995–2005

| Densidad | Edad | Material | | | | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Avros | Ekona | Ghana | La Mé | |
| 70 | 4 | 17,6 | 15,4 | 11,2 | 16,5 | 15,0 |
| 70 | 5 | 12,5 | 11,0 | 13,7 | 11,0 | 12,2 |
| 70 | 6 | 12,6 | 10,5 | 15,4 | 9,4 | 12,2 |
| 70 | 7 | 7,3 | 10,0 | 12,8 | 10,6 | 10,2 |
| 70 | 8 | 10,5 | 13,8 | 10,5 | 12,3 | 12,0 |
| 70 | 9 | 11,9 | 10,9 | 14,6 | 10,1 | 11,7 |
| 70 | 10 | 11,2 | 12,5 | 10,9 | 10,8 | 11,4 |
| 70 | 11 | 12,5 | 14,2 | 15,3 | 14,7 | 14,2 |
| 70 | | 11,9 | 12,4 | 13,0 | 12,3 | 12,4 |
| 83 | 4 | 17,9 | 17,6 | 13,0 | 16,3 | 16,2 |
| 83 | 5 | 11,2 | 9,0 | 16,1 | 14,2 | 13,3 |
| 83 | 6 | 11,7 | 13,8 | 16,9 | 14,0 | 13,7 |
| 83 | 7 | 11,6 | 13,7 | 13,5 | 13,4 | 12,9 |
| 83 | 8 | 11,4 | 12,4 | 11,9 | 8,0 | 11,4 |
| 83 | 9 | 13,7 | 16,1 | 18,5 | 13,2 | 15,6 |
| 83 | 10 | 15,4 | 11,6 | 15,3 | 15,1 | 14,5 |
| 83 | 11 | 18,0 | 18,6 | 21,9 | 18,1 | 19,2 |
| 83 | | 13,5 | 14,7 | 15,5 | 14,2 | 14,5 |
| 98 | 4 | 18,0 | 18,5 | 16,4 | 20,1 | 18,2 |
| 98 | 5 | 14,2 | 16,5 | 16,0 | 18,6 | 16,1 |
| 98 | 6 | 17,2 | 23,1 | 18,4 | 15,3 | 18,5 |
| 98 | 7 | 15,2 | 15,4 | 16,3 | 15,2 | 15,7 |
| 98 | 8 | 13,6 | 11,4 | 16,9 | 13,7 | 13,9 |
| 98 | 9 | 13,2 | 18,1 | 12,1 | 17,7 | 15,0 |
| 98 | 10 | 13,2 | 15,5 | 24,4 | 13,8 | 16,1 |
| 98 | 11 | 22,5 | 19,2 | 19,1 | 19,9 | 20,0 |
| 98 | | 15,6 | 17,1 | 17,0 | 17,0 | 16,6 |
| 117 | 4 | 17,3 | 18,4 | 16,7 | 20,0 | 18,1 |
| 117 | 5 | 13,4 | 14,4 | 16,6 | 16,2 | 15,0 |
| 117 | 6 | 15,7 | 21,0 | 15,1 | 21,7 | 18,0 |
| 117 | 7 | 15,2 | 23,1 | 17,1 | 23,8 | 20,0 |
| 117 | 8 | 18,1 | 9,5 | 16,3 | 15,7 | 15,6 |
| 117 | 9 | 22,2 | 25,9 | 19,7 | 19,0 | 22,1 |
| 117 | 10 | 21,9 | 24,1 | 15,6 | 17,6 | 20,0 |
| 117 | 11 | 24,5 | 23,6 | 23,8 | 22,2 | 23,7 |
| 117 | | 18,1 | 20,0 | 17,7 | 19,7 | 18,9 |
| 139 | 4 | 14,6 | 18,2 | 21,5 | 18,6 | 18,3 |
| 139 | 5 | 18,8 | 19,9 | 20,3 | 18,3 | 19,3 |
| 139 | 6 | 21,4 | 23,6 | 21,1 | 28,3 | 24,2 |
| 139 | 7 | 24,5 | 20,6 | 20,8 | 21,4 | 21,7 |
| 139 | 8 | 17,8 | 23,9 | 17,8 | 19,9 | 19,8 |
| 139 | 9 | 28,9 | 23,1 | 22,8 | 23,9 | 24,1 |
| 139 | 10 | 17,0 | 25,0 | 20,6 | 23,6 | 20,8 |
| 139 | 11 | 38,8 | 41,1 | 29,4 | 27,5 | 34,1 |
| 139 | | 20,9 | 23,4 | 21,4 | 22,7 | 22,1 |
| 164 | 4 | 13,1 | 14,4 | 22,2 | 18,4 | 17,2 |
| 164 | 5 | 22,3 | 29,4 | 20,0 | 23,2 | 24,1 |
| 164 | 6 | 24,9 | 21,5 | 23,0 | 27,2 | 24,1 |
| 164 | 7 | 26,4 | 28,8 | 28,9 | 25,2 | 27,2 |
| 164 | 8 | 27,0 | 25,5 | 21,9 | 29,7 | 25,7 |
| 164 | 9 | 27,2 | 28,0 | 25,4 | 30,5 | 27,4 |
| 164 | 10 | 24,3 | 26,2 | 30,3 | 33,1 | 28,0 |
| 164 | 11 | 29,6 | 42,0 | 32,4 | 31,0 | 34,1 |
| 164 | | 24,3 | 27,0 | 24,9 | 26,5 | 25,7 |
| 195 | 4 | 12,1 | 13,5 | 19,0 | 21,4 | 16,9 |
| 195 | 5 | 40,3 | 29,6 | 32,7 | 24,7 | 31,9 |
| 195 | 6 | 36,1 | 37,1 | 28,5 | 38,1 | 35,0 |
| 195 | 7 | 27,6 | 29,6 | 27,7 | 37,4 | 30,9 |
| 195 | 8 | 19,2 | 25,5 | 20,3 | 18,5 | 20,6 |
| 195 | 9 | 29,1 | 34,8 | 29,0 | 36,4 | 32,5 |
| 195 | 10 | 34,5 | 33,9 | 32,5 | 37,7 | 34,5 |
| 195 | 11 | 31,5 | 51,4 | 39,5 | 42,7 | 42,6 |
| 195 | | 29,0 | 31,7 | 28,6 | 31,5 | 30,2 |

**Tabla 2.** Rendimiento anual y acumulado (durante el período de 10 años de evaluación) por palma y por área, de cuatro materiales comerciales de palma aceitera sembrados bajo diferentes siete densidades de siembra. San Alejo, Honduras 1995-2005

| Densidad | Producción por palma (Kg/año) | | | | Producción acumulada por palma (Kg) | | | | Producción total (t/ha/año) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Avros | Ekona | Ex Nigeria | La Mé | Avros | Ekona | Ex Nigeria | La Mé | Avros | Ekona | Ex Nigeria | La Mé |
| 70 | 169,5 | 176,7 | 185,5 | 176,0 | 1.695,1 | 1.766,6 | 1.854,8 | 1.760,0 | 118,7 | 123,7 | 129,8 | 123,2 |
| 83 | 162,4 | 176,6 | 186,4 | 171,1 | 1.624,0 | 1.766,0 | 1.864,3 | 1.710,9 | 134,8 | 146,6 | 154,7 | 142,0 |
| 98 | 158,8 | 174,3 | 173,3 | 173,2 | 1.588,2 | 1.742,7 | 1.732,7 | 1.731,6 | 155,6 | 170,8 | 169,8 | 169,7 |
| 117 | 154,8 | 170,8 | 151,3 | 168,8 | 1.547,9 | 1.708,3 | 1.513,1 | 1.687,5 | 181,1 | 199,9 | 177,0 | 197,4 |
| 139 | 150,1 | 168,5 | 154,2 | 163,5 | 1.501,1 | 1.685,2 | 1.542,2 | 1.634,7 | 208,7 | 234,2 | 214,4 | 227,2 |
| 164 | 148,1 | 164,6 | 151,9 | 161,8 | 1.481,5 | 1.646,2 | 1.519,2 | 1.617,6 | 243,0 | 270,0 | 249,1 | 265,3 |
| 195 | 148,9 | 162,8 | 146,6 | 161,3 | 1.489,3 | 1.627,5 | 1.465,5 | 1.613,1 | 290,4 | 317,4 | 285,8 | 314,6 |
| | 156,1 | 170,6 | 164,2 | 167,9 | 1561,0 | 1706,1 | 1641,7 | 1679,4 | 190,3 | 208,9 | 197,2 | 205,6 |

etapas de crecimiento hasta ahora estudiadas, inclusive a las mayores densidades de población.

La producción promedio por palma individual (RFF palma año$^{-1}$), calculada en el período comprendido entre los 5 y 14 años de edad, fue para los materiales híbridos Deli dura x Avros de 150,1 Kg. palma año$^{-1}$. Los híbridos de origen Deli dura x Ex Nigeria promediaron 154,2 Kg. palma año$^{-1}$, mientras que para los materiales híbridos Deli dura x La Mé fue de 163,5 Kg. palma año$^{-1}$, y finalmente los híbridos Deli dura x Ekona alcanzaron una producción promedio de racimos de 168,5 Kg. palma año$^{-1}$.

En términos de producción acumulada por unidad de área (t/ha) promedio[1] durante los 10 años de evaluación, los materiales de siembra Deli dura x Avros tuvieron un rendimiento acumulado promedio de 190,3 t/ha en comparación con las 197,2 t/ha año en los derivados Ex Nigeria; 197,2 t/ha; en el origen Deli x La Mé la producción acumulada promedio alcanzó 203,4 t/ha, y en los materiales de origen Deli x Ekona fue de 206,9 t/ha.

## Características del racimo

En el estudio de los componentes del racimo (Tabla 3) se observó que los híbridos de origen Deli dura x Ekona mostraron la mayor tasa de extracción de aceite en el racimo, variable en la que registró 12% más que Deli dura x Avros y hasta 17% más que los materiales de origen Ex Nigeria y La Mé. No hubo efecto significativo de la densidad de siembra sobre la tasa de extracción ni tampoco se detectó significado estadístico para el efecto de la interacción genotipo * densidad; es decir, la clasificación de los materiales de siembra en relación con las componentes del

**Tabla 3.** Comportamiento de algunos parámetros de crecimiento a los 14 años después del transplante en cuatro materiales de siembra comerciales de palma aceitera sembrados en San Alejo, Honduras, bajo diferentes siete densidades de siembra.

| Origen | BA | F/B | F-g | M/F-F | Sh/F | K/F | O/M-F | O/B | K/B | Sh/K | O/B+K$^{1/2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avros | 19 | 68,6 | 14,2 | 83,1 | 9,8 | 7,1 | 50,5 | 27,6 | 4,7 | 1,4 | 30,0 |
| Lobe 158 | 21 | 67,6 | 12,0 | 84,2 | 11,0 | 4,8 | 53,0 | 29,8 | 3,2 | 2,3 | 31,4 |
| Ex Nigeria | 23 | 66,1 | 9,6 | 80,8 | 12,2 | 7,1 | 49,8 | 26,5 | 4,6 | 1,8 | 28,8 |
| La Mé | 22 | 65,7 | 8,2 | 81,3 | 11,0 | 7,7 | 50,3 | 27,0 | 5,0 | 1,5 | 29,5 |
| Promedio | 21,3 | 67,0 | 11,0 | 82,4 | 11,0 | 6,7 | 50,9 | 27,7 | 4,4 | 1,8 | 29,9 |

BA = No. de análisis, FB = % de frutos totales en el racimo, F/B= %frutos fértiles/racimo, FWg= Peso del fruto, MF = % de mesocarpo en el fruto, KF = % de almendra en el fruto, Sh/F= % de cáscara en el fruto, OMF = % de aceite en el mesocarpo fresco, OB = % de aceite en el racimo, KSB = % de almendra en el racimo, O/B+K1/2 % de aceite del mescorpo más almendra en el fruto.

1. Corresponde a la producción promedio registrada por un genotipo bajo todas las densidades de siembra durante todo el período de evaluación.
2. Se refiere a la densidad a que un determinado material genético mostró su máximo rendimiento promedio acumulado.

**Tabla 4.** Comportamiento de algunos parámetros de crecimiento a los 14 años después del transplante en cuatro materiales de siembra comerciales de palma aceitera sembrados en San Alejo, Honduras, bajo diferentes siete densidades de siembra.

| Plantas | Altura del tronco | | | | Longitud foliar | | | | Sección transversal del peciolo | | | | Tasa de emisión foliar | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| /ha | Avros | Ekona | ExNigeria | La Mé | Avros | Ekona | ExNigeria | La Mé | Avros | Ekona | ExNigeria | La Mé | Avros | Ekona | ExNigeria | La Mé |
| 70 | 598 | 563 | 503 | 385 | 678 | 637 | 624 | 622 | 27,53 | 30,05 | 21,67 | 23,45 | 25,81 | 23,51 | 23,50 | 23,80 |
| 83 | 597 | 548 | 526 | 367 | 687 | 640 | 609 | 659 | 26,95 | 30,40 | 21,06 | 26,69 | 26,14 | 24,20 | 23,38 | 22,56 |
| 98 | 597 | 564 | 504 | 391 | 703 | 647 | 613 | 675 | 25,85 | 30,14 | 19,65 | 26,28 | 26,55 | 24,15 | 22,08 | 20,01 |
| 117 | 633 | 565 | 509 | 412 | 724 | 678 | 616 | 706 | 27,57 | 30,49 | 19,79 | 28,00 | 25,34 | 23,09 | 21,12 | 19,16 |
| 139 | 647 | 592 | 553 | 427 | 744 | 705 | 649 | 741 | 27,48 | 29,81 | 19,77 | 28,00 | 23,78 | 21,94 | 20,21 | 18,48 |
| 164 | 667 | 576 | 560 | 442 | 758 | 710 | 661 | 745 | 27,03 | 27,51 | 20,57 | 26,53 | 23,23 | 22,49 | 21,25 | 20,01 |
| 195 | 690 | 601 | 567 | 460 | 765 | 714 | 673 | 745 | 25,15 | 28,28 | 19,48 | 24,35 | 22,67 | 22,12 | 20,98 | 19,84 |
| Promedio | 633 | 573 | 532 | 412 | 723 | 676 | 635 | 699 | 26,80 | 29,53 | 20,29 | 26,19 | 24,79 | 23,07 | 21,79 | 20,55 |

racimo estudiados resultó en el mismo ordenamiento en todas las densidades estudiadas.

### Crecimiento vegetativo

En la Tabla 4 se resumen algunas de las características de crecimiento para los cuatro materiales de siembra medidas en varias edades, en las diferentes edades. En general los resultados obtenidos concuerdan plenamente con las características de crecimiento descritas en la literatura para estos materiales de siembra (Sterling y Alvarado, 1995; Okwagwu, 1985; Rosenquits, 1985).

Los materiales de origen Deli dura x Avros mostraron la mayor altura del tronco respecto a esta misma variable; en una posición intermedia se clasificaron Deli dura x Ekona y Deli dura x Ex Nigeria, mientras que el origen Deli dura x La Mé mostró la menor altura del tronco.

De acuerdo con la longitud foliar, los materiales Deli dura x Avros se clasifican también como los más vigorosos; en una posición intermedia se ubican Deli dura x Ekona, y Deli dura x La Mé; Deli dura y Ex Nigeria tienen las hojas más cortas.

A densidades de siembra más elevadas, los primeros signos de competencia entre plantas se registraron después del tercer año de producción, reflejados en la caída de rendimiento y en la variación de algunas características de crecimiento. Las variables longitud foliar sección transversal del pecíolo y tasa de emisión foliar, fueron las características de la planta más sensibles al efecto del estrés por competencia entre plantas.

No fue sino a los 14 años de edad de la plantación que la altura del tronco permitió apreciar la diferenciación entre los tratamientos con poblaciones poco densas (menos de 139 palmas/ha) y las parcelas densamente pobladas (más de 164 palmas/ha),

Bajo las condiciones de clima y suelo de San Alejo, Deli dura x Ex Nigeria resultó ser el material de siembra con mayor grado de tolerancia al efecto de la sobrepoblación, en comparación con las otras tres fuentes, si se les compara por su tasa de emisión foliar, altura del tronco y detrimento de la producción de racimos, todos considerados indicadores del estrés por competencia entre plantas (Donough y Kwan, 1991; Smith, Donough y Corley, 1996) (Tabla 4); sin embargo, a partir del séptimo año después del transplante, a densidades de siembra superiores a 195 palmas/ha los signos del estrés por competencia entre plantas resultan evidentes en todos los materiales, pero en Avros estos se manifiestan con claridad a partir de 164 palmas/ha.

## Conclusión

Bajo las condiciones ambientales en las que se desarrolló este experimento los signos del estrés por competencia entre plantas se comenzaron a manifestar después del séptimo año de iniciada la plantación; ello se vio reflejado en la caída de rendimiento. Otros signos de la competencia entre plantas fueron el aumento de la longitud foliar, la disminución de la tasa de emisión foliar y el área de la sección transversal del punto de unión del raquis y el pecíolo, así como un incremento en la tasa de crecimiento de la altura del tronco.

De los materiales comerciales evaluados, Ex Nigeria es el que mejor tolera la sobrepoblación y puede ser

sembrado a mayor densidad, aunque después de 195 palmas/ha inclusive estos muestran los síntomas de la competencia entre plantas. En los materiales de origen Avros el efecto del estrés por competencia se manifiesta con claridad a partir de139 palmas/ha. La densidad óptima económica (es un balance entre la alta producción individual en las densidades bajas y la alta producción acumulada por hectárea en las densidades mayores) varió con cada uno de los materiales probados; al cierre de los registros de producción no existen diferencias significativas en la producción acumulada de los materiales comparados.

## Bibliografía


Blaak, G; Saparnaiij, LD; Menéndez T. 1963. Breeding and Inheritance in the oil palm (*Elaeis guineensis. Jacq.*) II. Methods of bunch Analysis. *J.W Afr. Inst. Oil Pal.* Res 4:148-155.

Corley, RHV. Planting Density. I*n Developments In Crop Science* 1. Oil palm Research. H.V. Corley; J.J Hardon; B.J.Wood (editors) pp 270-273.

Corley, RHV; Breure. CJ. 1981. *Measurements of oil palm experiments* (internal report). London Unilever Plantation Group 35p.

Donough, CR; Betty Kwan. 1991. Oil palm planting density: Results from trials in Sabah and the possible options. *The Planter*, 67(787):483-507.

Goh, KH. 1977. A systematic design for oil palm spacing trials. *In: International Developments in Oil Palm* (Earp; Newall, eds). Pp 168-182.

Goh, KH. 1982. Analyses of oil palm spacing experiments. *In: The Oil Palm in Agriculture in the Eighties* (Pushparajah, E.; Chew, P. S., eds). Vol II:393-413.

Okwagwu, CO. 1986. The genetic base of th NIFOR Oil Palm Breeding Programme. *In: Proc of ISOPB Wi Selangor, Workshop Germplasm utilization* 26-27 March., Bangi Malaysia. Pp 228

Rosequist, E.A 1985. The Genetic of Oil Palm Breeding Populations. *In: Proc of ISOPB Selangor, Workshop Germplasm utilization* 26-27 March 19865., Bangi Malaysia. Pp 27.

Smith, BG; Donough, CR; Corley, RHV. 1996. Relationships between oil palm clone phenotype and optimal planting density. *In: Proc 1996 PORIM Int. Palm Oil Congress.*

Sterling, F; Alvarado, A. 1995. Ekona and Calabar as alternative sources of male parents in the commercial production of oil palm seeds. *ASD Oil palm Papers No 11.*