

I. INTRODUCCION

El cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) representa el 22.1% de la producción mundial de aceite vegetales, lo que lo sitúa en la segunda posición como fuente más importante de este tipo de aceites. Se espera que para el 2015 la población alcance los siete mil millones trescientos mil habitantes y de continuar las perspectivas en los hábitos de consumo del aceite de palma, se espera que el consumo sea de 4.0 kg per cápita. Amatller y Dávila (2000).

Sin embargo, a pesar de que el aceite rojo de palma africana es una de las principales materias primas para la elaboración de aceites y grasas de origen vegetal, en la actualidad este tipo de aceite tiene una sola fuente de mercado, que son las refinerías industriales ya sea para mercado interno o de exportación. Esto debido a que el público consumidor, desde que se iniciaron los primeros procesos de refinación industrial, hace aproximadamente 50 años, ha sido acostumbrado a consumir aceites de muy bajo color y prácticamente inodoros, los cuales mediante la refinación industrial aumentan su vida útil en cuanto a tiempo de almacenamiento se refiere Bacigalupo citado por Amatller y Dávila (2000).

La palma aceitera es actualmente uno de los más importantes cultivos en el Ecuador por su extensión, por su impacto socio-económico generando plazas de trabajo de manera directa e indirecta, y por su potencial como biocombustible. Por lo tanto, es importante llevar a cabo estudios de investigación que contribuyan al incremento de la producción.

Hoy en el día un extractor que no logre por lo menos el 21% de aceite sobre racimo, debe inmediatamente preguntarse, ¿Qué factor limitante está afectando? La extractora está mal ajustada, el material vegetal no es el mejor?.

Por regla general se puede dar solución al primer aspecto, pero no al segundo. Frecuentemente ni los palmicultores ni las extractoras toman en cuenta estas

características sobre todo en las zonas palmeras recientes. Muchas veces en las extractoras, simplemente se compra la fruta y no se toma en cuenta el tipo de material que se adquiere lo que hace que las extractoras sufran pérdidas económicas al no lograr el porcentaje de extracción deseado. Veloz y Bonilla (2007)

1.1. Objetivos

1.1.1. General

- Determinar la tasa de extracción de aceite en palma africana, en el híbrido Delí x Ghana, en tres tamaños diferentes en el cantón Balzar

1.1.2 Específicos

- Determinar cual de los tres tamaños de fruta del material híbrido Delí x Ghana en estudio produce mayor cantidad de aceite.
- Conocer la tasa de extracción de aceite por tamaño de fruta del híbrido Delí x Ghana

1.2. Hipótesis

El tamaño grande en la fruta de palma aceitera híbrido Delí x Ghana nos reporta una mayor tasa de extracción de aceite.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Historia de la palma africana

Idrovo, (2006). La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Su origen se ubica en el golfo de Guinea en el África occidental. De ahí su nombre científico, *Elaeis guineensis Jacq.* , y su denominación popular: palma africana de aceite.

Su introducción a la América tropical se atribuye a los colonizadores y comerciantes esclavos portugueses, que la usaban como parte de la dieta alimentaria de sus esclavos en el Brasil.

Buitrón, (2007). El origen de las plantaciones de palma africana en el Ecuador se remonta a 1953-1954 en Santo Domingo de los Colorados, provincia de Pichincha y en Quinindé, provincia de Esmeraldas, donde se establecen cultivos a pequeña escala. La expansión del cultivo se inicia en 1967 con un incremento de superficie sembrada de 1.020 hectáreas

Para 1995 la superficie sembrada y registrada en los censos de la Asociación de Cultivadores de Palma Africana (ANCUPA) en el país fue de alrededor de 97 mil hectáreas, distribuidas en las tres regiones naturales del país: Costa, Sierra y Amazonía. Pero estos cálculos son conservadores. Hay una gran cantidad de plantaciones de compañías y campesinos que no están registradas en las asociaciones de palmicultores, muchas de ellas desarrolladas en los últimos años en el norte de Esmeraldas, por lo que podríamos estimar en la actualidad el total de plantaciones de palma africana sembradas en unas 150.000 hectáreas.

2.2. Métodos tradicionales no mecánicos de extracción de aceite

Hartley, (1983). La extracción satisfactoria de aceite de Palma, requiere de maquinaria especialmente diseñada, sea de operación manual o con máquina y del suministro de equipo auxiliar de capacidad correctamente calculada para la preparación previa de la fruta y para la preparación posterior de los productos para la venta.

Antes del advenimiento de la maquinaria el aceite se extraía en el África por medios empíricos, para dar un producto de calidad generalmente baja. Estos procesos se seguían usando en muchas partes del África, debido a la falta de capital y en parte a la organización inmutable de las comunidades rurales.

En las grandes áreas de Nigeria Oriental, el proceso empleado dio lugar al llamado “Aceite suave” denominado así porque la mayor parte del aceite estaba líquido por las temperaturas tropicales.

2.3. Registros sobre la extracción de aceite de palma en Costa Rica

Peralta, (1996) A pesar de que la primera planta extractora de Aceite de palma en Costa Rica entró en funcionamiento de 1951 y de que tres plantas extractoras mas iniciaron operaciones en 1966 ,1969 ,1971 no es sino hasta 1991 que se dispone de datos completos y exactos sobres la tasa de extracción de aceite (TEA). La cuarta planta extractora entra en funcionamiento en 1944.

La tasa de extracción de Aceite más alta a sido obtenida en la nueva planta extractora de Laurel, con un promedio de 23.64% seguida por la Palo Seco con 23.11% la de Coto con 22.30% y la de Naranjo con 20.01% .La alta de extracción de Aceite en la planta extractora de Laurel (región de Coto) se atribuye a una mayor eficiencia y al uso de una mejor tecnología de extracción (equipos y al empleo de material genético con un grado avanzado de

mejoramiento.) La baja tasa de extracción de aceite en la extractora de Naranjo en la región de Quepos a sido muy probablemente, originada por una mayor proporción de racimos tipo dura (62-74%) provenientes de áreas que fueron sembradas antes de 1970 con material dura por tenera, en cual estaba de moda en esa época.

2.4. Desarrollo del racimo y formación de aceite en diferentes épocas del año.

Sterling, (1997). La producción de racimos de fruta fresca (RFF) y la tasa de extracción de aceite (TEA) obtenida en planta extractora, son parámetros que reflejan el comportamiento de la palma para un determinado número de factores. Esta última depende de muchos factores y particularmente, del material de siembra y de las prácticas de cosechas. Estos factores se mantienen constante al igual que la nutrición las variaciones en las tasas de extracción se deberán a diferencias en el medio ambiente.

El clima es uno de los factores que hace parte del medio ambiente y que tiene influencia en el desarrollo de racimos y en el proceso productivo de la palma de aceite. En consecuencia, su estudio y conocimiento son prioritarios cuando se desea una explotación agrícola intensiva.

Durante los últimos años se registra una disminución generalizada en la TEA en las plantas beneficiadoras del fruto de palma en la zona Norte ,centrándose principalmente entre los meses de Diciembre, Enero y Febrero, sin que se tenga una explicación de lo ocurrido, lo que ocasione que se especule de las posibles causas que afectan la disminución en la TEA. En vista de lo anterior, CENIPALMA realiza estudios con el fin de determinar los factores que intervienen en el proceso de formación de aceite y composición física del racimo, teniendo en cuenta además los criterios de cosechas utilizados y la variabilidad del desprendimiento de frutos según la época del año.

2.5. Relación de aceite por racimo (%Ac /Rac) y la eficiencia de polinización (Fruit Set) según el mes de cosecha.

Rao et al, (1983). La relación Ac /Rac en abril fue mas baja estadísticamente entre las épocas, su alto porcentaje de flores y ningún contenido de aceite afectó la relación Ac/Rac, si se tiene en cuenta que esta depende en gran parte del número de frutos normales por racimo, los cuales poseen el mas alto contenido de aceite. La baja eficiencia de polinización del mes de abril (1999) fue asociada con la precipitación ocurrida al momento de la antesis, ya que la mayoría de las inflorescencias se desarrollaron durante un periodo corto de lluvias , lo anterior indica que durante los días lluviosos , el suministro de polen como también su viabilidad limitó la polinización, manifestándose un incremento de flores abortadas y frutos partenocarpico en los racimos que fueron marcados durante varios días del mes de noviembre. Esto concuerda con lo encontrado en el Este de Malasia, en donde los meses de diciembre a febrero se caracterizan por las lluvias continuas, trayendo como consecuencia una disminución en la eficiencia de polinización.

2.6. Criterios de maduración

2.6.1. Composición del racimo

León, (2000). Un racimo contiene varios cientos de frutos, cuyo numero y tamaño depende fundamentalmente de la variedad y tipo de material, del tamaño y del mayor o menor grado de polinización.

Después de la polinización las inflorescencias forman sus frutos en unos 5 – 6 meses y sintetizan el aceite en los últimos 30 – 35 días antes del desprendimiento del primer fruto.

Esta formación se incrementa aceleradamente durante la última semana. Puede observarse como el contenido de aceite no aumenta de manera significativa y permanece prácticamente constante después que se desprende el primer fruto. Es en este momento que industrialmente deben cosecharse los racimos para evitar entre otros problemas los siguientes:

- a) Disminución en las eficiencias de la labor por la recogida de fruta suelta (kg de fruta recogida hombre día⁻¹).
- b) Perdidas de fruta suelta no recogida, cuyos contenidos de aceite son mayores del 50%.
- c) Perdidas en el proceso de clarificado por presencia de sólidos que llegan con la cosecha y que provienen en su mayoría de la recogida de fruta suelta en platos y acopios.
- d) Desgaste abrasivo en equipos por presencia de arenas que llegan con la cosecha.

2.6.2. Contenidos de aceite

León (2000). Existe un intervalo de tiempo de unos 2 – 3 días antes de iniciarse el desprendimiento de los frutos, en que el contenido de aceite presenta una pequeña variación muy pequeña. Los racimos en ese estado aun no han desprendido ningún fruto, pero su color cambia de negro a un anaranjado rojizo indicativo de la formación de un elevado porcentaje de aceite. El cuadro 3 muestra los análisis realizados en palmas del Casanare, para determinar la composición de los racimos y la TEA a nivel de laboratorio en estos racimos sin desprendimiento a los que hemos denominado “pintones” y los que han desprendido frutos a los que denominamos “maduros”.

Las TEA obtenidas en laboratorio han sido reducidas en un 15% para simular las condiciones industriales del proceso consideran perdidas en los diferentes efluentes y escogencia del racimo.

Cuadro 1. Comparación en la TEA de Racimos Normales, pintones y maduros.

Material	Año siembra	Tipo de Maduración	Peso RFF (Kg)	% F/RFF	% M/F	% A /M	% A / RFF
Papua	1987	Maduro	17.6	58.2	80.7	56.8	26.68
Papua	1987	Verde	18.5	57.5	79.8	56.3	25.83
Costa Rica	1987	Maduro	16.8	53.7	77.2	55.1	22.84
Costa Rica	1987	Verde	18.8	52.8	76.5	54.8	22.13
Unilever	1988	Maduro	16.5	64.6	79.5	55.8	27.03
Unilever	1988	verde	15.2	62.9	78.7	54.6	27.03
Promedio		Maduro	16.97	58.83	79.13	55.90	26.06
		Verde	17.50	57.73	78.33	55.23	25.00

Fuente León (2000)

Las principales conclusiones obtenidas de los análisis fueron:

- a) No se presentaron diferencias significativas en los pesos de los racimos (RFF), los % de fruta en racimo (F/ RFF) y el % de mesocarpo en fruto (M/F), concluyéndose que la formación de los racimos se había completado.
- b) Los racimos llamados “pintones” presentaron unos menores % aceite en mesocarpo (A/M) y una menor TEA (1.06% en laboratorio), que los racimos “maduros”. Esta diferencia parece estar muy influenciada por un mayor % frutos en los racimos “maduros” y es independiente del grado de maduración. Puede explicarse este aumento por una mayor deshidratación en los últimos días antes del corte (especialmente en el pedúnculo) de los racimos “maduros”. Si tomamos una composición fruta/racimo igual para ambos (la del maduro) y aplicamos la formula.

$$\text{Aceite/ racimo} = \text{Aceite/ mesocarpo} \times \text{mesocarpo/ fruto} \times \text{fruto/racimo} \times 100$$

2.7. Desarrollo del racimo y formación de aceite en diferentes épocas del año.

Sterling, et al (1997). La producción de racimos de fruta fresca (RFF) y la tasa de extracción de aceite (TEA) obtenida en planta extractora, son parámetros que reflejan el comportamiento de la palma para un determinado número de factores. Esta última depende de muchos factores y particularmente, del material de siembra y de las prácticas de cosechas. Estos factores se mantienen constante al igual que la nutrición las variaciones en las tasas de extracción se deberán a diferencias en el medio ambiente. El clima es uno de los factores que hace parte del medio ambiente y que tiene influencia en el desarrollo de racimos y en el proceso productivo de la palma de aceite. En consecuencia, su estudio y conocimiento son prioritarios cuando se desea una explotación agrícola intensiva.

Durante los últimos años se registra una disminución generalizada en la TEA en las plantas beneficiadoras del fruto de palma en la zona Norte ,centrándose principalmente entre los meses de Diciembre, Enero y Febrero, sin que se tenga una explicación de lo ocurrido, lo que ocasione que se especule de las posibles causas que afectan la disminución en la TEA. En vista de lo anterior, CENIPALMA realiza estudios con el fin de determinar los factores que intervienen en el proceso de formación de aceite y composición física del racimo, teniendo en cuenta además los criterios de cosechas utilizados y la variabilidad del desprendimiento de frutos según la época del año.

Sterling et al (1997). Los registros de los análisis de racimos efectuados entre 1990 y 1995, en nueve progenies tipo tenera de origen Deli X AVROS, ubicados en un ensayo de prueba de progenies localizado en la región sudoeste de Costa Rica, mostraron que existe un comportamiento cíclico de la

tas de extracción de aceite y almendra en el racimo. Se observó, que la varianza medida en la variable “contenido de aceite en el racimo” fue causada principalmente, por los cambios en la eficiencia de y polinización (“fruit set”) y en menor magnitud, por la varianza que afectó las variables “aceite en el mesocarpio” “mesocarpio en el fruto”.

Las diferencias registradas en la variable “frutos en el racimo”, en una misma progenie, en diferentes épocas en el mismo año, evidencian el efecto cíclico del clima sobre la eficiencia de polinización; especialmente, por la reducción de la viabilidad y producción del polen, además de la reducción del tamaño de la población de insectos polinizadores, que normalmente se registra entre septiembre y noviembre. Estos cambios permiten explicar las bajas proporciones de frutos en el racimo, observadas en los racimos cosechados entre febrero y mayo. Las variaciones de la precipitación y de la radiación solar pocas semanas antes de la cosecha, coinciden respectivamente, con los cambios en la variable “contenido de aceite en el mesocarpio”, en los racimos cosechados en los periodos entre febrero y mayo y, posteriormente, entre julio y septiembre.

Estos resultados muestran, que el ordenamiento de progenies realizado con los datos obtenidos, solo durante el quinto año después del plantío, tienen la relación más cercana, que cualquiera de los otros años estudiados en una clasificación efectuada, usando la totalidad de los datos desde el año tres, al siete. En el año cinco además, las tres variables más importantes como determinantes del contenido de aceite en el racimo (“aceite en el mesocarpio. “Mesocarpio en el fruto” y frutos en el racimo”), tuvieron las menores varianzas.

Sterling et al (1997). Durante el quinto año, un mínimo de 80 y un máximo de 151 racimos, deberían ser analizados para lograr una buena representación de los parámetros de calidad de los racimos, en progenies de palma aceitera representadas por un número no inferior a 36 palmas.

Díaz (2005). Evaluando la respuesta de biofertilizantes y biorreguladores en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) con 180 plantas de Irho de nueve años de edad se pudo observar que el mayor peso promedio de los racimos se logro en el tratamiento compost con 28,92 kg y el mayor número de racimos y producción de aceite (ton/há) se logro con el tratamiento (4,65 y 1,54 respectivamente)

Cuadro 2. Variación de fruto en el racimo, meso carpo, aceite en el meso carpo, almendra, aceite en el racimo, peso del racimo componentes del racimo con la edad de la palma en progenies tenera Deli x AVROS, Coto, Costa Rica.

Año (edad)	Fruto en el racimo	Mesocarpo en el fruto	Aceite en el mesocarpo	Almendra en el fruto	Aceite en el racimo	Peso medio del racimo
1990 (3)	71.3	84.8	43.8	5.8	26.5	7.1
1991 (4)	71.8	85.3	45.9	5.8	28.1	9.5
1992 (5)	71.6	85.0	46.8	6.1	28.3	13.7
1993 (6)	70.1	82.4	47.5	7.4	27.2	12.7
1994 (7)	69.6	82.7	49.9	7.6	27.6	17.2
1995 (8)	69.6	82.8	48.9	7.2	28.1	19.8

Fuente: Sterling (1997)

Cuadro 3. Variación estacional de fruto en el racimo, peso del fruto, meso carpo, aceite en el mesocarpio, almendra en el fruto, aceite en el racimo, peso de medio del racimo componentes en una progenies Deli x AVROS, Coto, Costa Rica.

Mes	Fruto en el racimo	Peso del fruto	Mesocarpio en el fruto	Aceite en el mesocarpio	Almendra en el fruto	Aceite en el racimo	Peso medio del racimo
Enero	70,80	11,20	84,10	47,60	6,90	28,70	12,10
Febrero	68,40	11,40	84,80	46,40	6,30	27,70	9,50
Marzo	68,30	12,30	84,00	45,10	6,80	26,70	10,10
Abril	66,80	12,90	84,70	46,60	6,10	27,50	10,40
Mayo	68,10	11,40	84,90	47,00	6,10	27,30	9,40
Junio	68,50	10,30	83,40	48,40	6,70	27,80	10,40
Julio	69,30	10,60	83,70	48,20	6,70	28,20	10,60
Agosto	69,00	9,60	81,90	46,30	7,80	26,20	10,40
Sept	68,00	9,90	82,90	45,70	7,30	26,30	10,60
Octubre	69,50	10,40	83,70	46,10	6,90	27,30	11,40
Nov	71,20	9,30	83,80	47,80	6,80	28,70	11,30
Dic	71,00	9,30	81,60	48,80	7,60	28,60	13,20

Fuente: Sterling (1997)

Veloz y Bonilla (2007). La investigación se realizó en la extractora de aceite de Palma OLEORIOS S.A. ubicada en el km. 23 de la vía Quevedo – Ventanas, durante los meses de septiembre a noviembre, los factores en estudio fueron: las entregas del producto, las categorías (racimos pequeños, medianos y grandes) y los productores, se utilizó un arreglo factorial 3x3x4 en un diseño completamente al azar, tomando como unidad experimental cuatro racimos por entrega y por categoría de cada uno de productores.

Las variables que se evaluaron fueron: peso del racimo, pedúnculo y espigas; frutos externos e internos; frutos abortados y neocarpicos; peso de nuez fruto externo e interno, meso carpo externo e interno; Porcentaje de pulpa fruto externo e internos; porcentaje de aceite mesocarpio fruto externo e interno,

porcentaje de aceite de fruto externo e interno; porcentaje de extracción de aceite.

El mejor porcentaje de producción de extracción de aceite se obtuvo en la categoría de racimos grandes con un 20 a 22% de extracción en los productores Buchelly y Frupac

Cuadro 4. Porcentaje de extracción de aceite, en mesocarpio y frutos externos e internos en fruta de palma africana, variedad Tenera, material CIRAD, en tres tamaños diferentes en la zona de Quevedo Septiembre – Noviembre 2006

Factores	% Aceite mesocarpio		% Aceite en frutos		% de extracción
	Externos	Internos	Externos	Internos	
Entregas					
Primera	50,16 a	51,75 a	19,37 a	7,21 a	18,84 a
Segunda	49,70 a	52,38 a	19,67 a	7,45 a	19,19 a
Tercera	50,59 a	52,52 a	19,06 a	8,67 a	19,51 a
Categoría					
Pequeña	44,01 a	48,24 a	15,93 b	6,12 a	15,66 b
Mediana	51,03 a	51,07 a	19,73 a	7,69 a	19,45 a
Grande	55,41 a	57,34 a	22,44 a	9,53 a	22,44 a
Productor					
Buchelly	50,63 a	52,75 a	20,36 a	7,61 a	20,05 a
Frupac	52,04 a	54,75 a	19,90 a	8,25 a	19,95 a
Manobal	52,20 a	53,55 a	18,75 a	7,19 a	18,41 a
Dillon	45,73 a	47,82 a	18,46 a	8,08 a	18,32 a
CV (%)	12,81	14,66	13,54	31,69	8,09

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la Prueba de Tukey ($P > 0,05\%$)

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en las propiedades de los señores, Avilés Antenor km 10 vía Balzar – El Empalme y señor Eduardo Ubilla km 11 vía a Balzar – El Empalme la plantación posee la misma variedad, edad y diferente forma de manejo.

Las coordenadas de la hacienda Aviles son latitud 1.301194 y longitud 79.847359 y de la hacienda la Milo son Latitud 1.301194 y longitud 79.847359.

La investigación tuvo una duración de 150 días.

3.2. Condiciones meteorológicas.

En el cuadro 5 se presentan las condiciones meteorológicas del sitio donde se realizó la investigación.

Cuadro 5. Condiciones meteorológicas de la zona en estudio

Parámetros	Valores
Precipitación mm	541.0
Temperatura promedio mensual °C	29.0
Humedad Relativa %	85.0
Heliofania hora luz	362.0
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical

Fuente: Reporte meteorológicos proporcionados por la Hda. Avilés 2010

3.3. Materiales y equipos

Los materiales que se utilizaron en la investigación fueron:

Materiales	Cantidad
Racimos de palma aceitera material Delí x Ghana	72
Balanza de 20Kg.	1
Cuchillo de cocina	2
Martillo	1
Hacha pequeña	1
Balanza analítica con precisión 0.01 g	1
Estufa	1
Microondas	1
Hoja de cálculo	2
Computador	1
Calculadora	1
Lápiz y esferográfico	3

3.4. Tratamientos

Se analizó la fruta de dos productores, material Deli x Ghana de tres tamaños (grande, mediano y pequeño) y por tres meses de entrega con cuatro racimos por repetición.

Factor A : Productor

Finca La Milo

Hda. Avilés

Factor C : Mes de entrega

Noviembre

Diciembre

Enero

Factor B : Tipo de racimo

Grande

Mediano

Pequeño

3.5. Esquema del experimento

En el cuadro 6 se presenta el esquema del experimento

Cuadro 6. Esquema del experimento

No.	Descripción	Repetición	UE*	Total
trat				
T1	Productor 1 + Primer mes + Racimo grande	4	1	4
T2	Productor 1 + Primer mes + Racimo mediano	4	1	4
T3	Productor 1 + Primer mes + Racimo pequeño	4	1	4
T4	Productor 1 + Segundo mes + Racimo grande	4	1	4
T5	Productor 1 + Segundo mes + Racimo mediano	4	1	4
T6	Productor 1 + Segundo mes + Racimo pequeño	4	1	4
T7	Productor 1 + Tercer mes + Racimo grande	4	1	4
T8	Productor 1 + Tercer mes + Racimo mediano	4	1	4
T9	Productor 1 + Tercer mes + Racimo pequeño	4	1	4
T10	Productor 2 + Primer mes + Racimo grande	4	1	4
T11	Productor 2 + Primer mes + Racimo mediano	4	1	4
T12	Productor 2 + Primer mes + Racimo pequeño	4	1	4
T13	Productor 2 + Segundo mes + Racimo grande	4	1	4
T14	Productor 2 + Segundo mes + Racimo mediano	4	1	4
T15	Productor 2 + Segundo mes + Racimo pequeño	4	1	4
T16	Productor 2 + Tercer mes + Racimo grande	4	1	4
T17	Productor 2 + Tercer mes + Racimo mediano	4	1	4
T18	Productor 2 + Tercer mes + Racimo pequeño	4	1	4
Total				72

* UE = Unidad experimental

3.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial en que consta de tres entregas por tres categorías por dos productores y cuatro repeticiones. Para determinar diferencias entre medias de tratamiento para cada unidad, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey, en el cuadro 7 se presenta el análisis de varianza.

Cuadro 7. Análisis de varianza. (ADEVA).

Fuente de variación		Grado de libertad
Repeticiones	$r-1$	3
Tratamientos	$t-1$	17
Factor A	$a-1$	2
Error A	$(r-1)(a-1)$	6
Factor B	$b-1$	2
A x B	$(a-1)(b-1)$	4
Error B	$(a-1)b(r-1)$	18
Factor C	$c-1$	2
AC	$(a-1)(c-1)$	2
BC	$(b-1)(c-1)$	2
ABC	$(a-1)(b-1)(c-1)$	4
Error	$ab(r-1)(c-1)$	36
Total	$abcr-1$	71

3.7. Mediciones experimentales

Las variables bajo estudio en la presente investigación fueron:

3.7.1. Peso del racimo fresco (g)

Se registro el peso de cuatro racimos pequeños, cuatro racimos medianos, y cuatro racimos grandes separando el pedúnculo y las espigas y se expresa en gramos.

3.7.2. Racimo esterilizado

Una vez pesado los racimos se procedió a lavarlos y esterilizado para luego registrar el peso en gramos de los racimos sin impurezas.

3.7.3. Peso del fruto

Mediante una balanza de precisión se procedió al pesaje en gramos de los frutos de cada uno de las categorías de racimos

3.7.4. Peso racimo desfrutado

Para obtener esta variable se pesará en gramos el racimo de palma africana luego de haber retirado los frutos del racimo

3.7.5. Impureza

Para determinar la impureza se procede a pesar en gramos las impurezas del racimo de palma dividido para el peso de racimo fresco por 100

3.7.6. Peso fruto normal y paternocarpico

Para la variable peso fruto se pesa en gramos solo los frutos considerados como aptos para la extracción de aceite y se separaran los frutos normales de los paternocarpico.

3.7.7. Número total de frutos, fruto normal y fruto paternocarpico

Se procede a contar todos los frutos de los racimos para establecer el número de frutos normales y paternocarpico que darán el número de frutos totales

3.7.8. Peso de pulpa fresca y de nuez

En el laboratorio mediante una balanza analítica se registro el peso de la pulpa fresca y de nuez.

3.7.9. Porcentaje de humedad

El porcentaje de Humedad se determino mediante la fórmula: % Humedad = $((\text{Peso Muestra Húmeda} - \text{Peso Muestra Seca}) / \text{Peso Muestra Húmeda}) \times 100$.

3.7.10. Porcentaje del aceite de pulpa

Para conocer el porcentaje de aceite del racimo externo se utilizo la fórmula:
 $\% \text{ Aceite Racimo Externo} = (\% \text{ Espigas} / \text{rff}) * (\% \text{ Fruto Ext.} / \text{Espiga}) * (\% \text{ Pulpa Frutos Externos}) * (\% \text{ Aceite} / \text{Mesocarpio Externo})$.

3.7.11. Porcentaje del aceite de fruto

Para conocer el porcentaje de aceite del racimo interno se aplica la fórmula:
 $\% \text{ Aceite Racimo Interno} = (\% \text{ Espiga} / \text{rff}) * (\% \text{ Fruto Int.} / \text{Espiga}) * (\% \text{ Pulpa} / \text{fruto Int.}) * (\% \text{ Aceite} / \text{Mesocarpio Int.})$

3.7.12. Porcentaje de Aceite refinado

Para el porcentaje de extracción se utiliza las formulas:

$\text{Ton aceite/ha} = \text{Ton RFF/ha} \times \text{TEA}$

TEA = (Ton aceite/ ton RFF) %

3.8. Manejo de la investigación

Se selecciono los racimos de palma africana Tenera material CIRAD de los dos productores escogidos Sr. Avilés Antenor km 10 vía Balzar – El Empalme, Sr. Eduardo Ubilla km 11 vía a Balzar – El Empalme con una edad promedio de la plantación de cuatro a siete años. La extractora EPACEM ubicada con su centro de acopio en el cantón Buena Fé de la vía Buena – Santo Domingo clasifica a los racimos de palma de la siguiente manera: grandes (>10 kg.), medianos (5.1- 10 kg.) y pequeños (1-5 Kg.),

Una vez en el laboratorio se procede a seguir con las normas que indica el instructivo de toma de muestras y análisis potencial de racimos que mantiene la empresa EPACEM que indica:

1. El racimo apartado se pesa con la balanza grande y se registra.
2. Una vez pesado se lo coloca en el interior de un saco limpio o a su vez en una jaula de malla fina y se lo cocina en una de las autoclaves, junto con el resto de los racimos.
3. El racimo cocinado o esterilizado se pesa con la balanza grande y se registra.
4. Se revisa para separar del raquis con la ayuda de un cuchillo los frutos normales, comprendidos por los frutos externos e internos, frutos abortados o paternocarpicos, hojas o cáscara del fruto e impurezas, obteniendo el peso total de cada uno.
5. El porcentaje de raquis o racimo desfrutado, frutos normales, frutos paternocarpicos, cáscara de fruto e impurezas se obtiene de:

$\% \text{ de racimo desfrutado} = (\text{peso de racimo desfrutado} / \text{peso de racimo fresco}) * 100$

$\% \text{ de cáscara de frutos} = (\text{peso de cáscara de frutos} / \text{pesos de racimo fresco}) * 100$

$\% \text{ de impurezas} = (\text{peso de impurezas} / \text{peso de racimo fresco}) * 100$

$\% \text{ de frutos normales} = (\text{pesos frutos normales} / \text{peso total frutos}) * 100$

$\% \text{ de frutos paternocarpicos} = (\text{pesos frutos paternocarpicos} / \text{peso total frutos}) * 100$

6. Contabilizar la cantidad de frutos normales y paternocarpicos
7. Del total de frutos normales se cuarteo, se mezclan y se llevan al laboratorio para los análisis.
8. De la muestra de frutos normales se necesitan aproximadamente unos cientos sesenta gramos de ellos, entre internos y externos escogidos al azar.
9. Con los dedos de las manos y la ayuda de un cuchillo, sacar a cada uno de estos frutos la pulpa.
10. Pesar la cantidad de pulpa y nuez obtenida con la ayuda de una balanza analítica en miligramos. Registrar estos valores.
11. Registrar el peso de una capsula vacía, limpia y seca obtenida en la balanza analítica en miligramos (peso de capsula vacía)
12. De la pulpa extraída pesar aproximadamente cuarenta gramos en la balanza analítica en miligramos (peso de pulpa fresca)

13. Llevar la capsula con la muestra a la estufa que debe estar a una temperatura de 105 C por 36 horas, hasta que alcance un peso constante.
14. Sacar la capsula con la muestra, con la ayuda de unas pinzas y la colocamos en el desecador para enfriar por un tiempo de quince minutos, la finalidad es el enfriamiento sin absorción de humedad del medio ambiente.
15. Sacar la muestra del desecador con la pinza y pesar (peso capsula + muestra seca). Registrar peso.
16. Macerar la muestra seca con la ayuda de una capsula y mortero de porcelana.
17. De la muestra macerada pesar aproximadamente quince gramos en una capsula tarada en la balanza analítica en miligramos (peso pulpa a extraer). Registrar peso.
18. Colocar la muestra de la capsula en papel filtro, limpiando la capsula con un trozo de papel higiénico para evitar pérdidas de aceite.
19. Envolver la muestra y el trozo de papel higiénico en tres papeles filtro, quedando en forma de cartucho.
20. Llevar el cartucho e introducir en la camisa de vidrio que es parte del equipo soxhlet en donde se destila la muestra.
21. Pesar un balón vacío y adaptar a la parte inferior de la camisa de destilación, sujetándolo con una doble nuez.
22. Colocar el solvente, en este caso hexano en la camisa de destilación hasta que rebose y caiga al interior del balón.

23. Hacer circular agua por las mangueras del equipo de soxhet, lo cual nos permite enfriar el hexano que sale en forma de gas (una vez se ha sometido el balón al calentador). El refrigerante enfría el hexano y lo vuelve líquido regresando a la camisa de destilación y sigue extrayendo el aceite de la muestra.
24. Retirar el cartucho de la camisa de destilación, una vez que no halla residuos de aceite, tiene que estar completamente transparente. Este proceso demora más o menos ocho horas.
25. Recuperar el solvente (hexano) en la camisa de destilación.
26. Retirar el balón con los residuos de aceite y hexano y colocar en la estufa a 105 C por tres horas hasta que el hexano se hall evaporado completamente.
27. Colocar el balón en el desecador por un tiempo de quince minutos, para que se enfríe y no adquiera humedad del ambiente.
28. Pesar el balón con el destilado.
29. Al peso del balón con el destilado restar el peso del balón vacío y se obtiene el peso del aceite destilado.
30. Porcentaje de aceite residual en pulpa

Peso de aceite destilado = (peso de balón + aceite destilado) – (peso de balón vacío)

% aceite residual = (peso de aceite destilado/peso pulpa a extraer) x 100

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efecto simple del factor de los productores

Al analizar el efecto simple de las variables racimo fresco, racimo esterilizado, peso de fruto, impureza, peso fruto normal, peso fruto paternocarpico, peso de pulpa fresca, y peso de nuez se observó que los mayores valores se reportan para la finca La Milo sin presentar diferencias estadísticas con 12761,48; 11107,33; 8100 g; 50,53 %; 536,35; 105,09; 40,52 g en su orden.

Para las variables peso racimo desfrutado, número total de frutos, número de fruto normal, número de fruto paternocarpico, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite de pulpa, porcentaje aceite de fruto y porcentaje de aceite refinado los mayores valores se presentaron en la hacienda del señor Avilés, con 2204,93 g; 1923,63,1364,56; 11,58; 50,90; 36,77 y 22,87% , respectivamente, existiendo diferencias estadística solo para la variable porcentaje de aceite refinado valor que es superior al reportado por Veloz y Bonilla (2007) quienes en la finca del productor Buchelly obtiene 20,05% en el efecto simple del porcentaje de extracción de aceite de palma africana variedad Tenera material CIRAD. Cuadros 8 y9.

4.2. Efecto simple del tipo de racimos

En el cuadro 10, se presentan los resultados del efecto simple del tipo de racimo demuestran que el racimo grande es superior en las variables: racimo fresco (22990,00 g), racimo esterilizado (20356,67 g), peso del fruto (14703,94 g), peso del racimo desfrutado (4306,56 g), impureza (60,48%), peso fruto normal (14081,45 g), peso fruto paternocarpico (528,64 g) y número total de frutos (3039,28). En referencia a: número de frutos normal (2347,28), porcentaje de aceite de pulpa (52,31%), porcentaje aceite del fruto (38,64%) y porcentaje del aceite refinado (24,66%) existiendo diferencias estadísticas con el racimo mediano y pequeño, cabe recalcar que los valores obtenidos para peso del racimo grande son superiores a los

encontrados por Veloz y Bonilla (2007) quienes obtienen pesos para racimo grande de 13245.83 g y porcentaje de extracción de aceite de 22.44%.

Para las variables número de fruto paternocarpico y peso de nuez el racimo mediano obtiene los valores más altos (541.22 y 43.22 g respectivamente) existiendo diferencias estadísticas en la variable peso de nuez.

El porcentaje de humedad para el tipo de racimo mediano y pequeño es similar (11.68%) Cuadro 11.

Cuadro 8. Efecto simple del peso de racimos en fresco (g), racimo esterilizado (g), peso del fruto (g), peso de racimo desfrutado (g) e impureza, peso fruto normal (g), peso fruto paternocarpico, número total de frutos

Productores	Racimo fresco	Racimo esterilizado	Peso fruto	Peso racimo desfrutado	Impureza	P. fruto normal	P. fruto paternocarpico	No. Total de frutos
Finca La Milo	12761.48 a	11107.33 a	8100.00 a	2165.33 a	50.53 a	7598.09 a	536.35 a	1798.04 a
Hda. Avilés	12291.48 a	10936.30 a	7700.78 a	2204.93 a	47.60 a	7141.73 b	532.38 a	1923.63 a
CV (%)	7.91	7.85	8.40	8.29	19.17	8.86	10.92	13.80

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al $\leq 0,05$ de probabilidad

Cuadro 9. Efecto simple de número de fruto normal (g), porcentaje de humedad (%), porcentaje de fruto paternocarpico, peso pulpa fresca (g), peso de nuez aceite/pulpa, fruto y refinado con los productores de palma 2009

Productores	No. de fruto normal	No. de fruto paternocarpico	Peso de pulpa fresca	Peso de nuez	% de Humedad	% Aceite/pulpa	% Aceite fruto	% Aceite refinado
Finca La Milo	1297.59 a	497.04 b	115.09 a	40.52 a	11.43 a	48.82 b	35.22 b	22.00 b
Hda. Avilés	1364.56 a	559.07 a	112.23 a	39.66 a	11.58 a	50.90 a	36.77 a	22.87 a
CV (%)	18.09	19.50	9.17	13.19	5.58	4.02	2.17	1.85

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al $\leq 0,05$ de probabilidad

(2007) quienes obtienen pesos para racimo grande de 13245.83 g y porcentaje de extracción de aceite de 22.44%.

Para las variables número de fruto paternocarpico y peso de nuez el racimo mediano obtiene los valores más altos (541.22 y 43.22 g respectivamente) existiendo diferencias estadísticas en la variable peso de nuez.

El porcentaje de humedad para el tipo de racimo mediano y pequeño es similar (11.68%) Cuadro 11.

4.3. Efecto simple del mes de entrega

Al estudiar la influencia de los meses de entrega sobre las variables bajo estudio se puede observar que en el mes de noviembre se reportan los mayores valores para: peso de racimo fresco, racimo esterilizado, peso del fruto, peso fruto normal con 12711,67; 11196,67; 8058,67 y 7525,56 g en su orden.

Las variables peso racimo desfrutado (2213,06 g), peso de fruto paternocarpico (551,83 g); número total de frutos (1928,83), se obtienen los mayores valores en el mes de diciembre. El mayor porcentaje de impureza (50,53%) se dio en el mes de enero. Cuadro 12.

Para las variables, número de fruto normal (1382,50); número de fruto paternocarpico (541,22); peso de pulpa fresca (115,75g) se reportan los mayores valores en el mes de diciembre. Con respecto al peso de nuez (41,34 g); porcentaje de humedad (11,76 %); porcentaje de aceite de pulpa (50,51 %); porcentaje de aceite del fruto (36,24 %) los valores más altos se presentan en el mes de enero. El mayor valor para el porcentaje de aceite refinado se presenta en el mes de noviembre con 22,54 %; cabe indicar que para esta última variable los valores son inferiores a los reportados por Steriling (1997) quien en el mismo mes obtiene 28.70% de aceite y superiores a Alvarado (1995) quien reporta 22.00% de aceite. Cuadro 13

Cuadro 10 Efecto simple del tipo de racimo en peso de racimos en fresco (g), racimo esterilizado (g), peso del fruto (g), peso de racimo desfrutado (g) e impureza (%), peso fruto normal (g), peso fruto paternocarpico, número total de frutos.

Tipo de racimos	Racimo fresco	Racimo esterilizado	Peso fruto	Peso racimo desfrutado	Impureza	P. fruto normal	P. fruto paternocar pico	No. Total de frutos
Grande	22990.00 a	20356.67 a	14703.94 a	4306.56 a	60.48 a	14081.45 a	528.64 a	3039.28 a
Mediano	10113.89 b	8876.56 b	6260.56 b	1747.78 b	51.51 b	5739.61 b	551.83 a	1549.56 b
Pequeño	4475.56 c	3832.22 c	2736.67 c	501.06 c	35.26 c	2288.67 c	522.63 a	993.67 c
CV (%)	7.91	7.85	8.40	8.29	19.17	8.86	10.92	13.80

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al $\leq 0,05$ de probabilidad

Cuadro 11. Efecto simple de número de fruto n (g), porcentaje de humedad (%), pc

**o paternocarpico, peso pulpa fresca (g), peso de nuez
ulpa, fruto y refinado en el tipo de racimo de palma**

africana 2009

Tipo de racimos	No. de fruto normal	No. de fruto paternocarpico	Peso de pulpa fresca	Peso de nuez	% de Humedad	% Aceite/pulpa	% Aceite fruto	% Aceite refinado
Grande	2347.28 a	523.78 a	113.51 a	37.39 b	11.16 b	52.31 a	38.64 a	24.66 a
Mediano	1004.89 b	541.22 a	111.78 a	43.22 a	11.68 a	49.79 b	34.89 b	21.60 b
Pequeño	641.06 c	519.17 a	115.68 a	39.67 ab	11.68 a	47.48 c	34.47 b	21.07 c
CV (%)	18.09	19.50	9.17	13.19	5.58	4.02	2.17	1.85

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al $\leq 0,05$ de probabilidad

Cuadro12 Efecto simple del mes de entrega del peso de racimos en fresco (g), racimo esterilizado (g), peso del fruto (g), peso de racimo desfrutado (g) e impureza peso fruto normal (g), peso fruto paternocarpico, número total de frutos.

Meses de entrega	Racimo fresco	Racimo esterilizado	Peso fruto	Peso racimo desfrutado	Impureza	P. fruto normal	P. fruto paternocar pico	No. Total de frutos
Noviembre	12711.67 a	11196.67 a	8058.67 a	2141.67 a	48.08 a	7525.56 a	528.64 a	1829.72 a
Diciembre	12458.33 a	11103.22 a	7916.94 a	2213.06 a	48.65 a	7413.47 a	551.83 a	1928.83 a
Enero	12409.44 a	10765.56 a	7725.56 a	2200.67 a	50.53 a	7170.70 a	522.63 a	1823.94 a
CV (%)	7.91	7.85	8.40	8.29	19.17	8.86	10.92	13.80

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al $\leq 0,05$ de probabilidad

Cuadro 13. Efecto simple de número de fruto normal número de fruto paternocarpico, peso pulpa fresca (g), peso de nuez (g), porcentaje de humedad (%), porcentaje de aceite/pulpa, fruto y refinado en el tipo de racimo de palma africana 2009.

Meses de entrega	No. de fruto normal	No. de fruto paternocarpico	Peso de pulpa fresca	Peso de nuez	% de Humedad	% Aceite/pulpa	% Aceite fruto	% Aceite refinado
Noviembre	1305.94 a	523.78 a	110.63 a	40.00 a	11.29 a	50.11 a	36.11 a	22.54 a
Diciembre	1382.50 a	541.22 a	115.75 a	38.93 a	11.47 a	48.97 a	35.64 a	22.50 a
Enero	1304.78 a	519.17 a	114.60 a	41.34 a	11.76 a	50.51 a	36.24 a	22.28 a
CV (%)	18.09	19.50	9.17	13.19	5.58	4.02	2.17	1.85

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al $\leq 0,05$ de probabilidad

4.4. Efecto entre los productores por tipo de racimos

4.4.1. Racimo fresco y racimo esterilizado

El mayor peso del racimo fresco, racimo esterilizado, se encuentra en la finca La Milo con 23856.67 y 20915.56 g respectivamente valores que son inferiores a los reportados por Veloz y Bonilla (2007) quienes con racimo grande en la finca de los productores Buchelly y Frupac reportan pesos de 14887.50 y 14075.00 g Figura 1

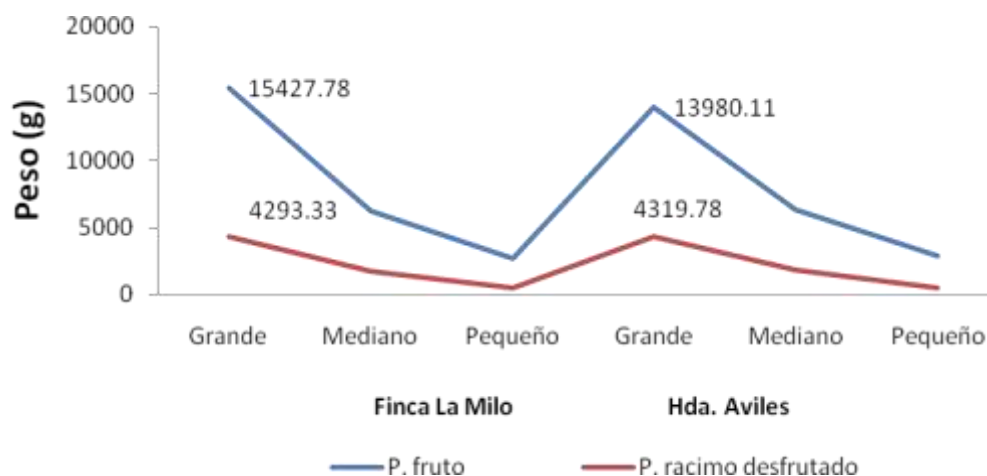
Figura 1. Efecto de los productores por el tipo de racimos en el peso de racimo fresco y esterilizado en el porcentaje de extracción de aceite de palma 2009.



4.4.2. Peso fruto y Peso racimo desfrutado

El mayor peso del fruto se reportó en la finca La Milo en racimo grande con 15427.78 g y el mayor peso del racimo desfrutado se obtuvo en la Hda. Avilés en racimos grandes con 4319.78 g Figura 2

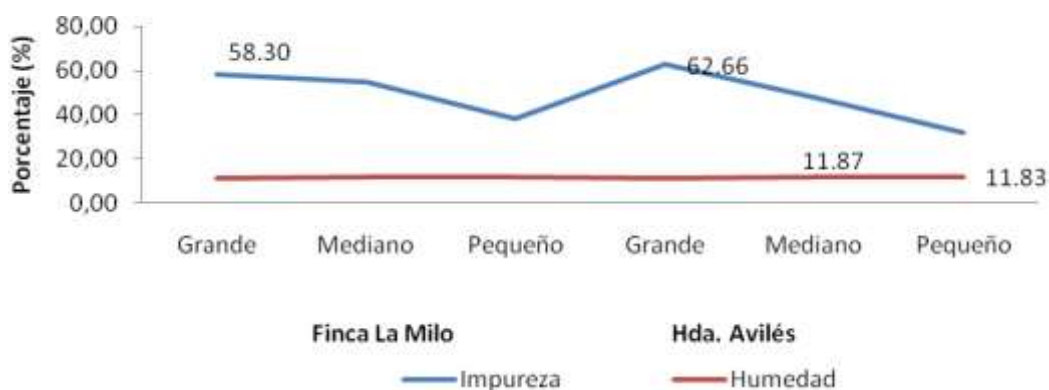
Figura 2. Efecto de los productores por el tipo de racimos en el peso de fruto y peso de racimo desfrutado para el porcentaje de extracción de aceite de palma 2009.



4.4.3. Impureza y Humedad

Al analizar la impureza y humedad se observa que la mayor impureza se obtiene en la Hda. Avilés con 62.66% en racimos grandes, en la misma hacienda se registro la mayor humedad con 11.87 y 11.83 % en racimos medianos y pequeños respectivamente Figura 3

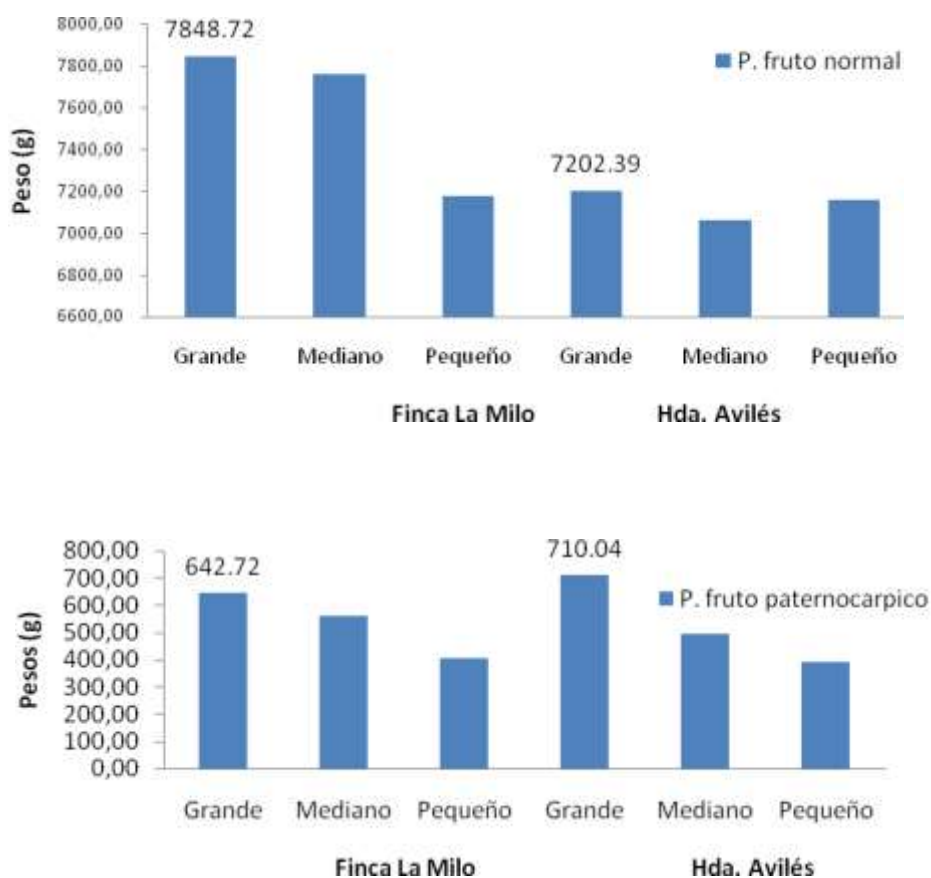
Figura 3. Efecto de los productores por el tipo de racimos en la humedad e impureza para el porcentaje de extracción de aceite de palma 2009.



4.4.4. Peso fruto normal (g) y peso fruto paternocarpico (g)

El mayor peso de fruto normal y peso de fruto paternocarpico (g) se obtuvo en el racimo grande en la finca La Milo con 7848.72 g y en la Hda. Avilés con 710.04 g. Figura 4.

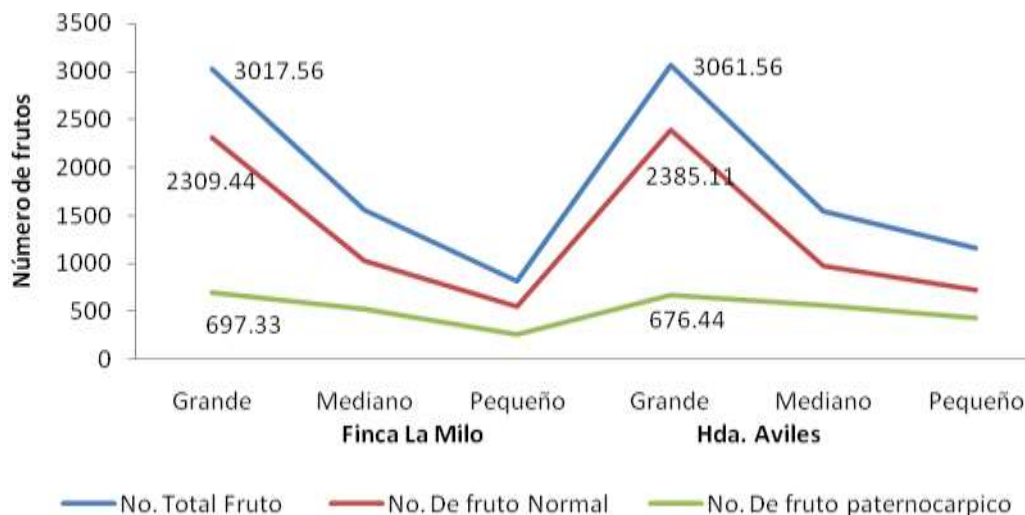
Figura 4. Efecto de los productores y peso fruto normal y peso fruto paternocarpico en el porcentaje de extracción de aceite de palma 2009.



4.4.5. Número total de fruto, número de fruto normal y número de fruto paternocarpico

Al observar la figura 5 se demuestra que el mayor número de frutos y número de frutos normal se encuentran en la Hda. Avilés en el tipo de racimo grande con 3061.56 y 2385.11, mientras que el mayor número de frutos paternocarpico se reportan en la Finca La Milo con 697.33

Figura 5. Efecto de los productores y tipo de racimos en el número total del fruto, normal y paternocarpico en el porcentaje de extracción de aceite de palma 2009.

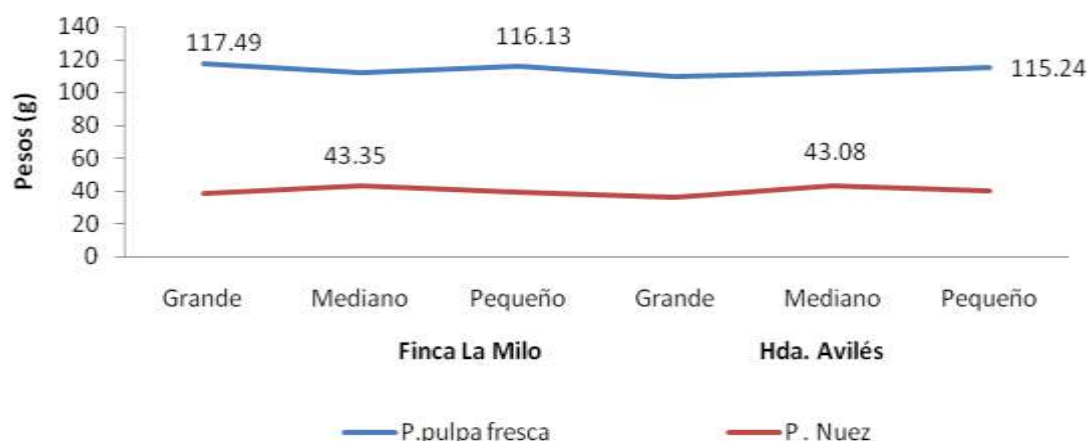


4.4.6. Peso pulpa fresca y nuez

En la variable peso de pulpa fresca los mayores valores se registraron en la finca La Milo con 117.49 y 116.13 g para racimos grandes y pequeños respectivamente seguido del peso de racimo pequeño en la Hda. Avilés con 115.24 g.

Los mayores valores para el peso de nuez se registraron en racimos medianos tanto para la finca La Milo con 43.35 g y la Hda. Avilés con 43.08 g respectivamente Figura 6.

Figura 6. Efecto de los productores y tipo de racimos en el peso de pulpa fresca y peso de nuez en el porcentaje de extracción de aceite de palma 2009.



4.4.7. Porcentaje de aceite de pulpa, fruto y refinado

La hacienda Avilés los racimos grandes presenta los mejores valores en el porcentaje de aceite de pulpa, frutos y aceite refinado de palma con 54.15; 40.05 y 25.31% respectivamente, valor que es inferior al reportado por Veloz y Bonilla (2007) quienes en su investigación en la interacción de entregas por categoría y productor obtienen 25.87% de extracción de aceite de palma con racimos grandes en la finca del señor Buchelly. Figura 7

Figura 7. Efecto de los productores y tipo de racimos en el porcentaje de aceite de pulpa, fruto y refinado en la extracción de aceite de palma 2009.



4.5. Efecto entre los productores por el mes de entrega

En relación de los productores con los meses de entrega se observa que la Finca La Milo en el mes de noviembre se presentan los valores más altos

para las variables racimo fresco (13134.44 g), racimo esterilizado (11634.44 g), peso fruto (8385.56 g), peso fruto normal (7848.72 g), número total de fruto (7848.72), peso pulpa fresca (116.38), y para la Hda. Avilés número de fruto paternocarpico (564.22) y porcentaje de aceite de pulpa (51.71%),

En el mes de diciembre se presentan los valores más altos para las variables: peso fruto paternocarpico (584.44 g), número de fruto normal (1441.33) en la finca La Milo y porcentaje de aceite fruto (37.15%), porcentaje de aceite refinado (23.03%) en la Hda. Avilés.

Las variables peso racimo desfrutado (2288.67 g), impureza (52.86%), humedad (11.77%), presentan los mayores valores en la Hda. Avilés en el mes de enero y peso de nuez (43.77 g) en la finca La Milo. Cuadro 11

4.6. Efecto del tipo de racimo por el mes de entrega

El efecto del tipo de racimo sobre los meses de entrega se registra en los tres meses de estudio en los racimos grandes obteniendo los valores más altos en la mayoría de las variables, existe un alto porcentaje de humedad en racimos pequeños en el mes de enero (11.97%), cabe mencionar que en la variable peso de nuez los racimos medianos en los meses de noviembre y enero presentan los valores más altos (45.72 y 45.48 g), además en el porcentaje de aceite refinado existe una estrecha relación entre los racimos medianos y pequeños Cuadros 14 al 17.

Cuadro 14. Efecto de los productores por el mes de entrega en el peso de racimos en fresco (g), racimo esterilizado (g), peso del fruto (g), peso de racimo desfrutado (g) e impureza, peso fruto normal (g), peso fruto paternocarpico (g), humedad (%).

Productor	Mes de entrega	Racimo fresco	Racimo esterilizado	Peso fruto	Peso racimo desfrutado	Impureza	P. fruto normal	P. fruto paternocarpico	Humedad
Finca La Milo	Noviembre	13134.44	11634.44	8385.56	2112.22	52.79	7848.72	536.83	11.10
	Diciembre	12760.00	11138.67	8245.56	2271.11	50.73	7764.44	584.44	11.45
	Enero	12390.00	10548.89	7668.89	2112.67	48.20	7181.11	487.78	11.74
Hda. Avilés	Noviembre	12288.89	10758.89	7731.78	2171.11	43.36	7202.39	520.45	11.48
	Diciembre	12156.67	11067.78	7588.33	2155.00	46.57	7062.50	519.22	11.49
	Enero	12428.89	10982.22	7782.22	2288.67	52.86	7160.30	557.48	11.77

Cuadro 15. Efecto de los productores por número total del fruto, número de fruto normal, número de fruto paternocarpico, peso pulpa fresca (g), peso de nuez (g), porcentaje de aceite pulpa, fruto y refinado (%) 2009

Productor	Tipo de racimo	No. total Fruto	No. de fruto Normal	No. de fruto paternocarpico	P. pulpa fresca	P. Nuez	% Aceite pulpa	% Aceite fruto	%Aceite refinado
Finca La Milo	Noviembre	7848.72	1246.00	483.33	116.38	38.88	48.51	35.54	22.20
	Diciembre	7764.44	1323.67	519.78	115.81	38.90	46.87	34.12	21.53
	Enero	7181.11	1323.11	488.00	113.07	43.77	51.10	36.00	22.28
Hda. Avilés	Noviembre	7202.39	1365.89	564.22	104.87	41.11	51.71	36.67	22.88
	Diciembre	7062.50	1441.33	562.67	115.69	39.96	51.06	37.15	23.03
	Enero	7160.30	1286.44	550.33	116.13	38.91	49.93	36.48	22.71

Cuadro 16. Efecto del tipo de racimo por el mes de peso del fruto (g), peso de racimo desfr (g), humedad (%). ja en el peso de racimos en fresco (g), racimo esterilizado (g), g) e impureza, peso fruto normal (g), peso fruto paternocarpico

Tipo de racimo	Mes de entrega	Racimo fresco	Racimo esterilizado	P. fruto	P. racimo desfrutado	Impureza	P. fruto normal	P. fruto paternocarpico	Humedad
Grande	Noviembre	23626.67	21105.00	15212.67	4211.67	61.25	14571.33	641.26	10.82
	Diciembre	22773.33	20565.00	14800.83	4335.00	58.54	14252.42	710.17	11.12
	Enero	22570.00	19400.00	14098.33	4373.00	61.66	13420.61	677.72	11.54
Mediano	Noviembre	10155.00	8996.67	6330.00	1775.00	49.77	5775.00	555.00	11.59
	Diciembre	10021.67	8778.00	6138.33	1706.67	49.00	5639.67	522.00	11.69
	Enero	10165.00	8855.00	6313.33	1761.67	55.76	5804.17	509.17	11.77
Pequeño	Noviembre	4353.33	3488.33	2633.33	438.33	33.20	2230.33	389.67	11.47
	Diciembre	4580.00	3966.67	2811.67	597.50	38.42	2348.33	423.33	11.60
	Enero	4493.33	4041.67	2765.00	467.33	34.17	2287.33	381.00	11.97

Cuadro 17. Efecto del tipo de racimo por el número total de fruto, número de fruto normal, número de fruto paternocarpico, peso pulpa fresca (g), peso de nuez (g), porcentaje de aceite pulpa, fruto y refinado (%) 2009

Tipo de	Tipo de	No. total	No. de	P. pulpa	P. Nuez	%	% Aceite	%Aceite
---------	---------	-----------	--------	----------	---------	---	----------	---------

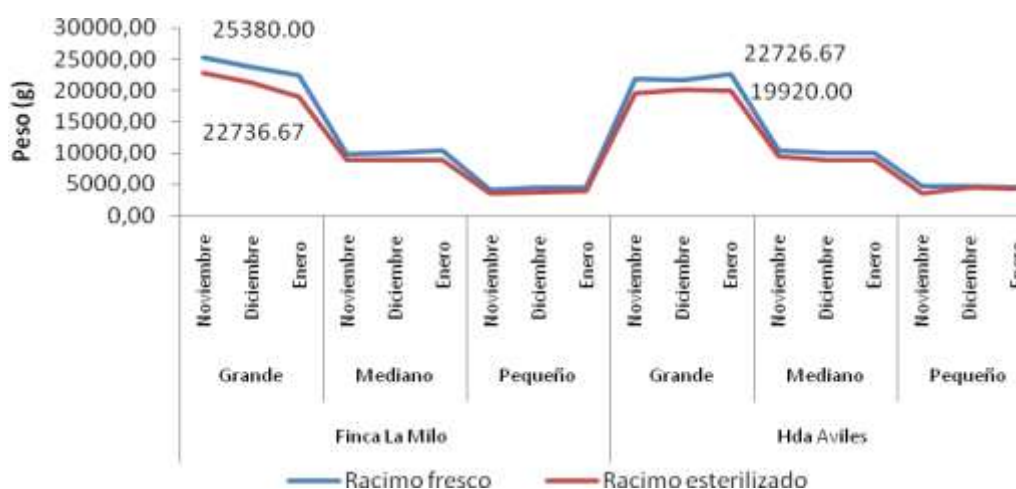
racimo	racimo	Fruto	fruto Normal	No. de fruto paternocarpico	fresca		Aceite pulpa	fruto	refinado
Grande	Noviembre	3009.50	2358.00	651.50	106.03	34.58	51.61	38.58	24.79
	Diciembre	3080.33	2363.17	701.83	116.92	38.93	51.49	37.72	24.42
	Enero	3028.00	2320.67	707.33	117.58	38.66	53.83	39.62	24.76
Mediano	Noviembre	1612.33	1025.83	586.50	110.13	45.72	50.69	34.83	21.71
	Diciembre	1455.00	965.17	489.83	115.05	38.45	47.68	34.70	21.25
	Enero	1581.33	1023.67	557.67	110.17	45.48	51.02	35.13	21.82
Pequeño	Noviembre	867.33	534.00	333.33	115.73	39.69	48.02	34.92	21.11
	Diciembre	1251.17	819.17	432.00	115.27	39.42	47.74	34.50	21.18
	Enero	862.50	57000	292.50	116.05	39.88	46.69	33.99	20.91

4.7. Efecto de los productores, tipo de racimo y mes de entrega

4.7.1. Racimo fresco y racimo esterilizado

Los mayores peso de racimo fresco y esterilizado se reportan en la finca La Milo en racimos grandes en el mes de noviembre (25380.00 g y 22736.67 g, mientras que en la Hda. Avilés el valor más alto se reporta en el mes de enero en racimos grandes (22726.67 y 19920.0 g) Figura 8

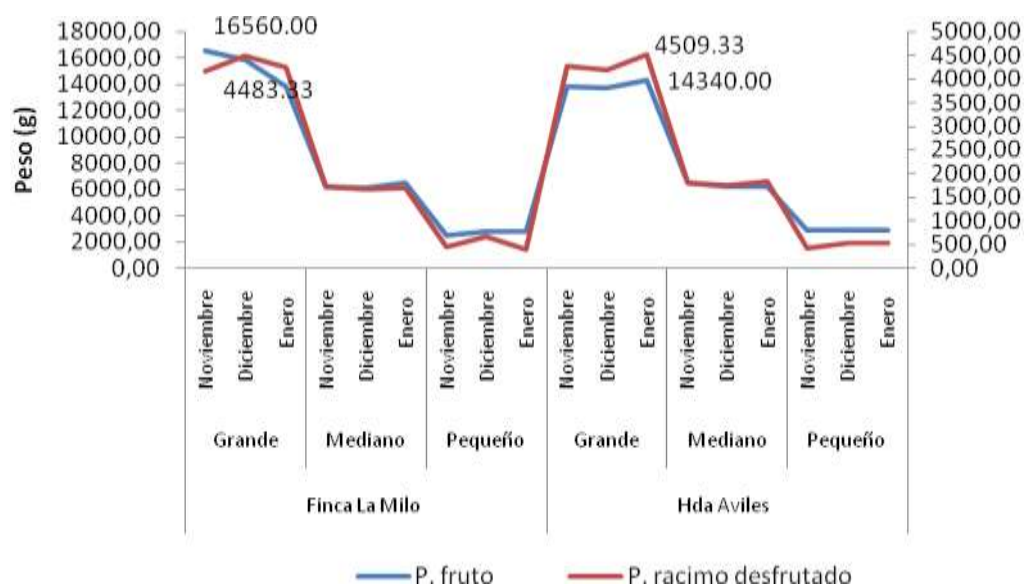
Figura 8. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el peso de racimo fresco y esterilizado en el porcentaje de aceite de palma 2009.



4.7.2. Peso del fruto y Peso de racimo desfrutado

Al estudiar el peso del fruto el mayor valor se encontró en la finca La Milo en racimos grandes en el mes de noviembre con 16560.00 g y en la Hda. Avilés se reportó el mayor peso en racimos grandes en el mes de enero con 14340 g, para la variable peso de racimo desfrutado ocurre lo contrario el mayor peso de reporta en la Hda. Avilés con 4509.33 g seguido de la finca La Milo con 4483.33 g Figura 9

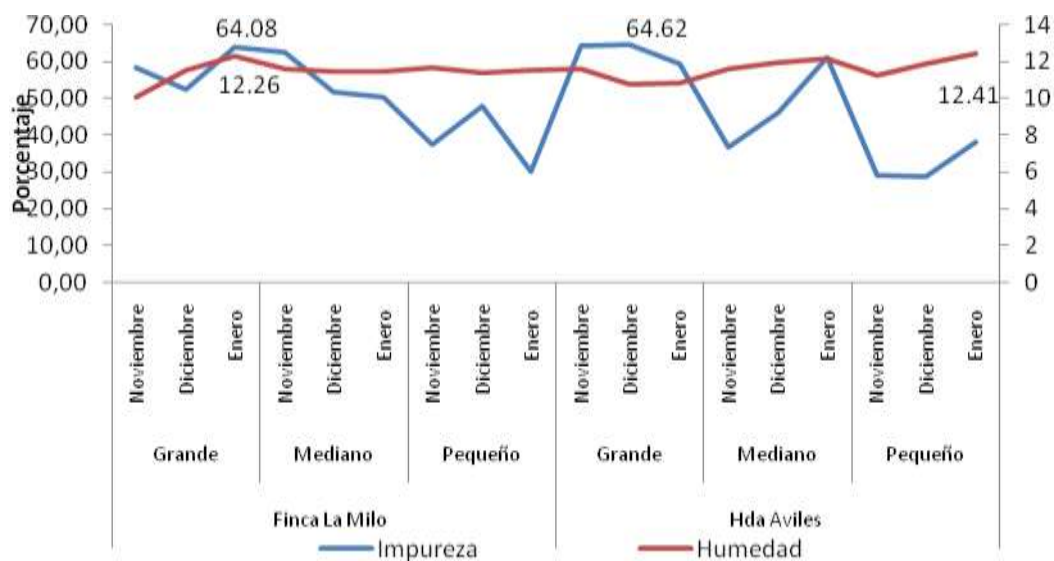
Figura 9. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el peso del fruto y peso del racimo desfrutado en el porcentaje de aceite de palma 2009.



4.7.3. Impureza y Humedad

En la figura 10 se demuestra que en la finca La Milo los racimos grandes en el mes de enero muestran el mayor porcentaje de impurezas y de humedad mientras que para la Hda. Avilés el mayor porcentaje de impurezas se presenta en racimos grandes en el mes de Diciembre y la mayor humedad en racimos pequeños en el mes de enero.

Figura 10. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el porcentaje de impureza y humedad para el porcentaje de aceite de palma 2009.

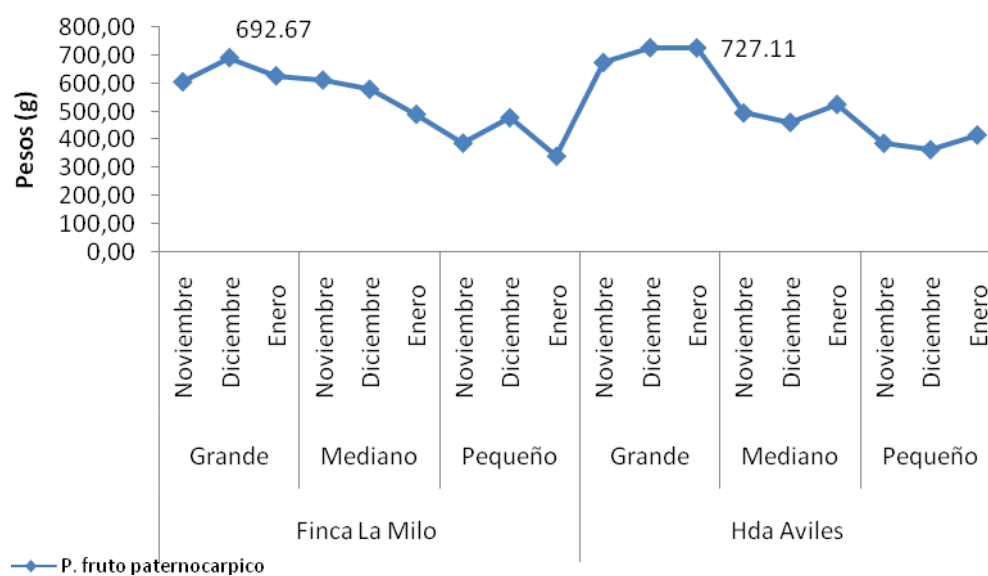
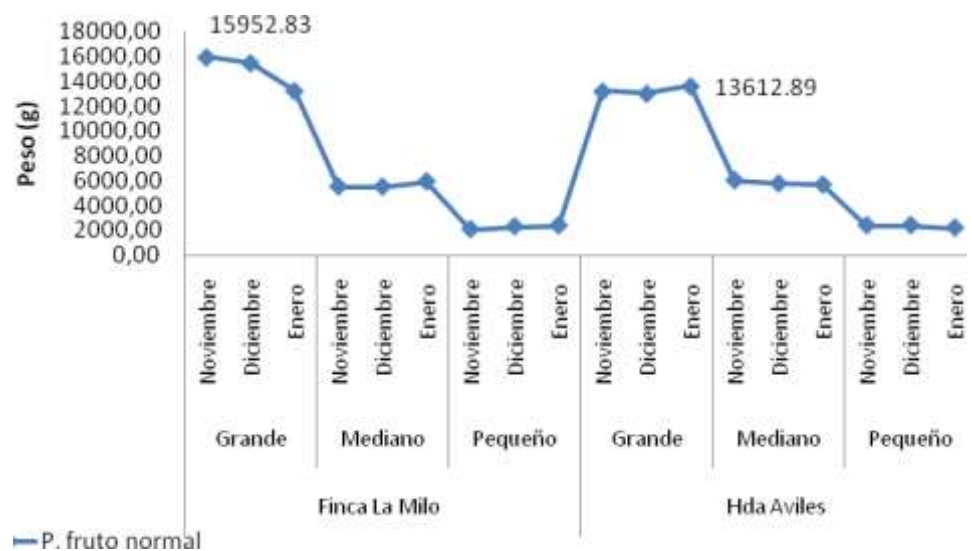


4.7.4. Peso fruto normal y paternocarpico.

En el efecto de productores, tipo de racimo y mes de entrega se puede observar que el mayor peso de frutos normales se encuentra en la finca La Milo en racimos grandes en el mes de noviembre con 15952.83 g, mientras que en la Hda. Avilés se obtienen los mayores valores en racimos grandes en el mes de enero con 13612.89 g.

El mayor peso de fruto paternocarpico se logra en la Hda. Avilés en racimos grandes en el mes de enero con 727.11 g y para la finca La Milo se registran los mayores pesos en racimos grandes en el mes de diciembre. Figura 11

Figura 11. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el peso de fruto normal y paternocarpico en el porcentaje de aceite de palma 2009.

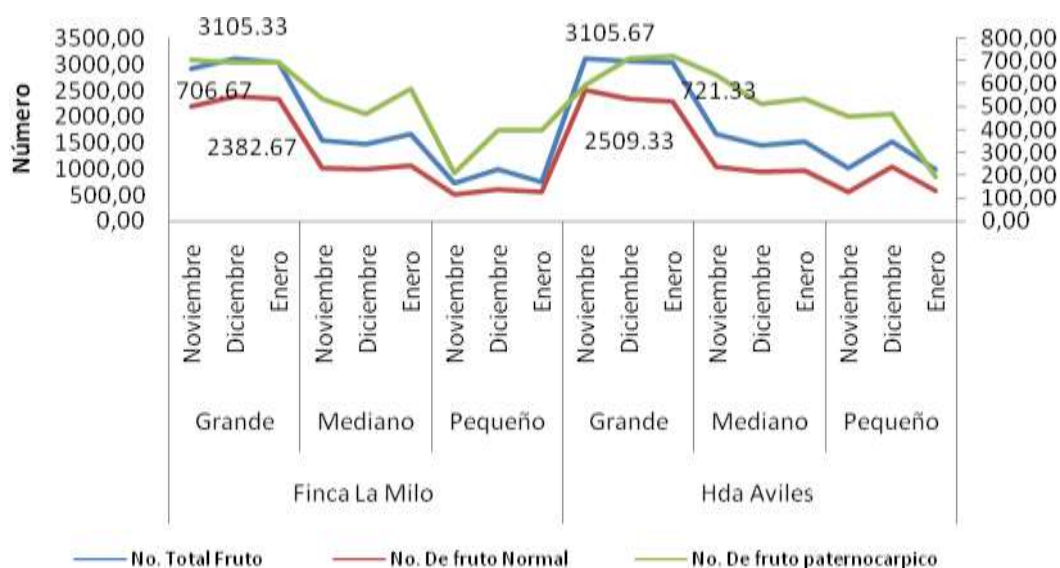


4.7.5. Número total de fruto, Número de fruto normal y paternocarpico

El mayor número total de frutos y número de fruto normal se registró en racimos grandes durante el mes de noviembre con 3105.67 y 2509,33 en la hacienda Avilés, para la finca La Milo se reportó en el mes de diciembre con 3105.33 y 2382.67.

Para el número de fruto paternocarpico se registraron los mayores valores en racimos grandes para la finca La Milo en el mes de noviembre con 706.67 y para la hacienda Avilés en el mes de enero con 721.33

Figura 12. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el número total de frutos, normal y paternocarpico para el porcentaje de aceite de palma 2009.

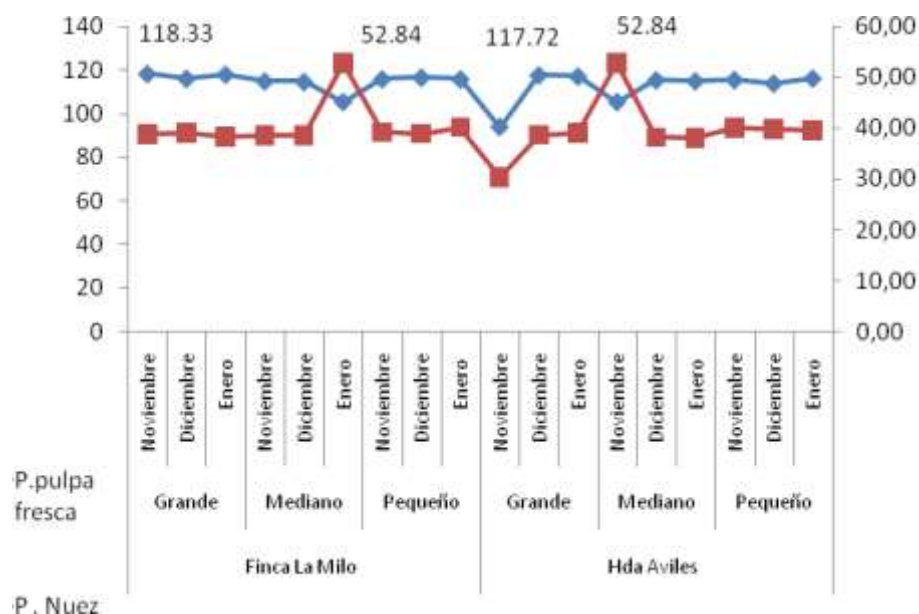


4.7.6. Peso de pulpa fresca y nuez

En la figura 13 se puede observar que el mayor peso de pulpa fresca se reporta en racimos grandes en el mes de noviembre para la finca La Milo con 118.33 g y el mes de diciembre para la hacienda Avilés con 117.72 g.

El mayor peso de la nuez con 52.84 g para ambas localidades se reporta en los racimos medianos en el mes de enero en la finca La Milo y para el mes de noviembre en la hacienda Avilés.

Figura 13. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el peso de pulpa fresca y peso de nuez para el porcentaje de aceite de palma 2009.



4.7.7. Porcentaje de aceite de pulpa, fruto y refinado

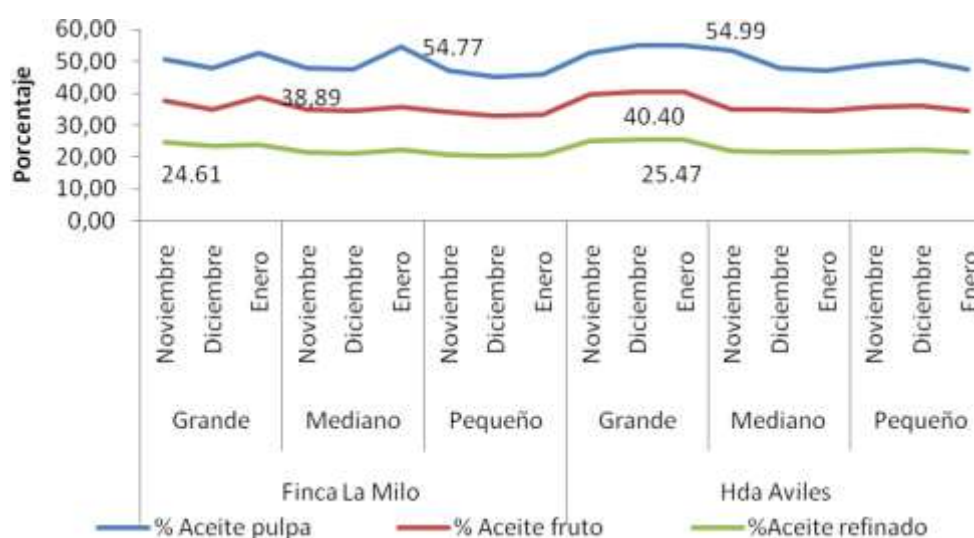
La finca La Milo registra el mayor porcentaje de aceite de pulpa en los racimos medianos con 57.77%, mientras que la hacienda Avilés reporta los porcentajes más altos en los racimos grandes con 54.99% en el mes de enero para ambas localidades.

Para la variable porcentaje aceite del fruto los mayores valores se reportan en los racimos grandes en el mes de enero con 38.89% para la finca La Milo y el mes de diciembre con 40.40% para la hacienda Avilés.

En relación al porcentaje de aceite refinado en la finca La Milo se reportó el valor más alto con 24.61 en el mes de noviembre con racimos grandes y para la hacienda Avilés con 25.47% en los meses de diciembre y enero, valores superiores a los reportados por Veloz y Bonilla (2007) quienes obtienen en racimos grandes de 20 a 22% de extracción de aceite. Sin embargo estos

resultados nos permiten aceptar la hipótesis planteada. El tamaño grande en la fruta de palma aceitera híbrido Deli x Ghana nos reportará una mayor tasa de extracción de aceite. Figura 14.

Figura 14. Efecto de los productores, tipo de racimos y mes de entrega en el porcentaje de aceite de pulpa, de fruto y refinado para el porcentaje de aceite de palma 2009.



V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados expuestos anteriormente se concluye lo siguiente:

- El mayor peso de racimo grande se encuentra en el productor finca La Milo y el mayor peso del racimo desfrutado se obtuvo en la hacienda Avilés.
- El mayor porcentaje de aceite de pulpa se presenta en la hacienda Avilés.
- En el estudio realizado de cada una de las variables estudiadas el racimo grande fue el que presentó los mayores valores.
- El mayor peso del racimo fresco racimo esterilizado se encuentra en la finca La Milo.
- El mayor peso del racimo desfrutado se obtuvo en la hacienda Avilés
- Los mayores valores para el peso de nuez se registraron en racimos medianos para los dos productores.
- Los mayores pesos de racimo grandes fresco se observa en la Finca La Milo en el mes de Noviembre, mientras que el mes de enero en la hacienda Avilés.
- Aceptamos la hipótesis que dice el tamaño grande en la fruta de palma aceitera híbrido Deli x Ghana nos reporta una mayor tasa de extracción de aceite.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- El tamaño del fruto de palma aceitera, si nos interesa para obtener una buena extracción, esto debe ir acompañada de un buen material vegetal y de un buen manejo para obtener los resultados esperados.
- Realizar un seguimiento y evaluar a los productores de palma aceitera de la zona central del litoral ecuatoriano Balzar y El Empalme durante las dos épocas del año, para ir correlacionando variables, como son la edad de las plantas, producción por ha, variedades y porcentajes de extracción.
- Se recomienda utilizar racimos frescos si fuera posible del corte del día y con una optima maduración para lograr un excelente análisis y lograr obtener un buen resultado en la investigación.

VII. RESUMEN

La palma aceitera es actualmente uno de los más importantes cultivos en el Ecuador por su extensión, por su impacto socio-económico generando plazas de trabajo de manera directa e indirecta, y por su potencial como biocombustible. Por lo tanto, es importante llevar a cabo estudios de investigación que contribuyan al incremento de la productividad del cultivo. Hoy en el día un extractor que no logre por lo menos el 21% de aceite sobre racimo, debe inmediatamente preguntarse, ¿Qué factor limitante está afectando? La extractora está mal ajustada, el material vegetal no es el mejor.

Con material de las propiedades de los señores: Sr. Avilés Antenor ubicada en el Km. 10 vía Balzar – El Empalme, y el Sr. Eduardo Ubilla ubicada en el Km. 10 vía a Balzar – El Empalme, con plantas de la misma variedad Deli x Ghana, misma edad y diferente forma de manejo. Los objetivos que se persiguieron fueron Determinar la tasa de extracción de aceite en palma africana, en el híbrido Deli x Ghana. Conocer la tasa de extracción de aceite por tamaño de fruta del híbrido Deli x Ghana.

La investigación se realizó en la extractora de aceite de palma No. 2 de la empresa EPACEM S.A. ubicada en el Km. 26 vía Santo Domingo – Quevedo durante los meses de noviembre a enero. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial en que consta de tres entregas por tres categorías por dos productores y cuatro repeticiones, tomando como unidad experimental tres racimos por entrega y por categoría de cada uno de los productores. Las variables que se evaluaron fueron peso del racimo fresco y racimo esterilizado, peso fruto y desfrutado, Impurezas y humedad, peso fruto normal (g), peso fruto paternocarpico (g), número total de fruto, numero de fruto normal y número de fruto paternocarpico, peso de pulpa fresca y nuez, porcentaje de aceite de pulpa y refinado.

El mejor porcentaje de producción de extracción de aceite se obtuvo en la categoría de racimos grandes con un 25.47 de extracción en la Hacienda Avilés, con lo cual aceptamos la hipótesis planteada.

VIII. SUMMARY

Oil palm is now one of the most important crops in Ecuador by extension, socio-economic impact creating jobs directly and indirectly, and its potential as a biofuel. Therefore, it is important to conduct research studies that contribute to increased crop productivity. Currently on a pump that fails to at least 21% of oil cluster, you should immediately ask, what is affecting the limiting factor? The extractor is improperly adjusted, the plant material is not the best.

With material properties Gentlemen Mr. Avilés Antenor located at Km 10 via Balzar - The Junction, and Mr. Eduardo Ubilla located at Km 10 via a Balzar - The Junction, with plants of the same variety Deli x Ghana, same age and different style of management. The objectives pursued were to determine the extraction rate of palm oil in the hybrid Deli x Ghana. Knowing the rate of oil extraction of the hybrid fruit size Deli x Ghana.

The research was conducted in the palm oil Extraction Company's No. 2 EPACEM SA located at Km 26 via Santo Domingo - Quevedo during the months of November to January. We used a completely randomized design (CRD) in factorial arrangement consisting of three deliveries for three categories of two producers and four replicates on a per experimental three bunches per delivery for each category of producers. The variables evaluated were fresh bunch weight and bunch sterilized fruit weight and everything, impurities and moisture, normal fruit weight (g) paternocarpico fruit weight (g), total number of fruit, number of normal fruit and fruit number paternocarpico, weight of fresh pulp and nut, percentage of oil and refined pulp.

The best rate of production of oil extraction was obtained in the category of large clusters with a 25.47 in the Treasury extraction Aviles. So accept the proposed hypothesis.

IX. BIBLIOGRAFIA

- AMATLLER, G y DAVILA, A.** 2000, Procesamiento de aceite rojo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq). Para consumo humano en frituras. Trabajo de graduación. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH) Costa Rica 57p
- BITRON, R,**2007, El amargo fruto de la palma aceitera El caso de Ecuador ¿El paraíso en siete años? Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales Disponible en <http://www.google> Consultado 4 de mayo del 2007. 6p
- DIAZ, M,** 2005, Evaluar la respuesta de biofertilizantes y bioreguladores en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tesis de grado Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Agropecuaria Quevedo – Ecuador Pp. 33 -43
- IDROVO, P.** 2006, Mercado de Palma africana ecuatoriana. Embajada del Brasil Sector Comercial Disponible en <http://www.google> Consultado 4 de mayo del 2007 40p
- LEON, D.** 2000, Eficiencia en la recuperación de aceite Disponible en: <http://eficienciarecupera.galeon.com/> Consultado 30 de mayo del 2007 9p
- PERALTA, F; MONTOYA, C; ESCOBAR, R,** 1996, Tasa de extracción de aceite rojo y de almendra en la industria de la palma aceitera en Costa Rica, América Central. Disponible en <http://www.asd.cr.com./ASD> Consultado 09 de marzo /2007 3p
- RAO, V. et al, 1983,**A critical reexamination of the method of bunch quality analysis in oil palm breeding Inst. Pengelidikan minyak Sawit Malaysia PORIM, Kuala Lumpur. Occasional paper No. 9 28 p
- STERLING, F; MONTOYA, C; ALVARADO, A ,**1997, Efecto del clima y la edad del cultivo sobre la varianza de algunos componentes del racimo de

la palma aceitera, en Coto, Costa Rica Disponible en <http://www.asd.cr.com/ASD> consultado el 09 de marzo /2007

VELOZ J y BONILLA R, 2006, Porcentaje de extracción de aceite en fruta de palma africana, variedad tenera, material Cirad, en tres tamaños diferentes en la zona de Quevedo. Tesis de Grado Ingeniero Agropecuario Unidad de Estudios a Distancia Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador 80 p

X. ANEXOS

ANEXO 1. Figura de la entrada a la Extractora de EPACEM



ANEXO 2. Figura de la Planta de Palma Deli x Ghana



ANEXO 3 .Figura del Vivero de palma de la empresa EPACEM.



AN
EX
OS
4.
Fig
ur
a
de
Eq
uip
os
pa
ra
la
ob
ten
ció
n
del
po
ten

cial de aceite.