

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL OPTIMO DE MADUREZ PARA CRITERIOS DE
COSECHA MEDIANTE UN ESTUDIO DE LIPOGÉNESIS EN PALMA ALTO
OLEICO (*Elaeis oleífera X Elaeis guineensis*)
EN LA PLANTACIÓN PALMAS DEL MIRA EN TUMACO – NARIÑO.**

LUZ KARIME MONTOYA PANTOJA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PASTO-NARIÑO
2011**

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL OPTIMO DE MADUREZ PARA CRITERIOS DE
COSECHA MEDIANTE UN ESTUDIO DE LIPOGÉNESIS EN PALMA ALTO
OLEICO (*Elaeis oleífera X Elaeis guineensis*)
EN LA PLANTACIÓN PALMAS DEL MIRA EN TUMACO – NARIÑO.**

LUZ KARIME MONTOYA PANTOJA

**Trabajo de grado, modalidad pasantía presentado como requisito para optar
al título de Ingeniera Agroindustrial**

Asesores:

**ING. QUÍMICO RENATO PANTOJA
Docente Facultad de Ingeniería Agroindustrial**

**DR. JORGE EDUARDO GOMEZ
Gerente de Operaciones Palmeiras Colombia S.A**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PASTO-NARIÑO
2011**

Nota de aceptación

Firma de director del proyecto

Firma del jurado evaluador

Firma del jurado evaluador

San Juan de Pasto, Octubre de 2011

DEDICATORIA

A Dios...

A mis padres Fabio y Esperanza que con su infinito amor, forjaron mi espíritu, con su sabiduría y gran optimismo, quienes me enseñaron que nunca debo rendirme y que todo resultado siempre será positivo.

A mi hermana Elvira, su esposo John, y a mis sobrinos, Fabiana y Julián, por brindarme todo su amor, su apoyo y fortaleza, mostrándome siempre y en todo momento, que mi familia es el pilar de mi vida y la autora de mis éxitos.

A Maribel Bolívar (QEPD), por un sueño que no pudiste cumplir, esto es por las dos.

A Mario René Meneses, por su apoyo y amistad, por estar siempre en los momentos buenos y adversos, a quien debo una eterna gratitud.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres por su apoyo y confianza, son los precursores de todos logros alcanzados en mi vida y los que alcanzare.

A Palmeiras Colombia S.A, por la oportunidad, la experiencia brindada y el amplio conocimiento suministrado; .Al ingeniero Jorge Eduardo Gómez, asesor de la empresa, por todos los conocimientos recibidos y por la orientación proporcionada, durante el desarrollo de la pasantía, la doctora Sandra Acosta, Directora administrativa, la ingeniera Ángela Silva, y al ingeniero Andrés Mauricio Belalcazar.

Al profesor Renato Pantoja guerrero, asesor de la pasantía, por su respaldo y dedicación en todo el transcurso de la pasantía y anteriores proyectos.

A las personas que fueron de gran ayuda durante todo este proceso, a Doña Elizabeth Sánchez y sus queridas hijas por haberme brindado su apoyo en el momento más importante de mi carrera; a Ana lucia bolívar, por haber permitido que la realización de esta pasantía fuera posible, y a las personas que con pequeñas contribuciones forjaron un gran proyecto.

Para finalizar quiero dar las gracias a todos mis profesores que con su conocimiento y enseñanza lograron formar una ingeniera Agroindustrial.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE	15
1.2 PALMA DE ACEITE ALTO OLEICO	16
1.3 RACIMO DE PALMA DE ACEITE ALTO OLEICO	17
1.4 LA LIPOGENESIS	17
2. ANTECEDENTES	19
2.1 RESEÑA INSTITUCIONAL	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
4. EJECUCION DE LA PASANTIA EN LA PLANTACION PALMAS DEL MIRA EN TUMACO NARIÑO	21
4.1 DESCRIPCION DEL CAMPO DE LA PRÁCTICA	21
4.1.1 Localización geográfica	22
4.2 DETERMINACION DEL PUNTO ÓPTIMO DE MADUREZ PARA CRITERIOS DE COSECHA	22
4.2.1 Metodología y procedimientos.	23
4.2.1.1 Análisis general de racimo.	23
4.2.1.2 Análisis de desarrollo de racimo	25
4.2.1.3 Análisis por palma	25
4.2.1.4 Análisis por racimo	26
4.2.1.5 Análisis postcosecha	26
4.2.1.6 Capacitación a personal de cosecha	26
4.2.2 Elaboración de manual de cosecha.	26
5. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO REALIZADO	27
5.1 ANÁLISIS GENERAL DE RACIMO	27
5.1.1 Análisis fisicoquímico	27

5.1.2	Análisis fisiológicos.....	28
5.1.3	Análisis Entre Criterios:.....	38
5.2	ANÁLISIS DE DESARROLLO DE RACIMO	42
5.3	ANÁLISIS POR PALMA.....	43
5.4	ANÁLISIS POR RACIMO.....	44
5.5	VARIABLES POSTCOSECHA.....	46
5.6	CAPACITACIÓN A PERSONAL DE COSECHA.....	49
6.	LOGROS Y BENEFICION DEL TRABAJO REALIZADO DURANTE LA PASANTIA	51
7.	CONCLUSIONES	53
8.	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFIA	56
	ANEXOS	58

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Grafica 1. Cantidad de aceite presente en el racimo con respecto al tiempo - invierno.....	27
Grafica 2. Cantidad de aceite presente en el racimo con respecto al tiempo - invierno.....	28
Grafica 3. Color de Racimo en época de invierno.....	29
Grafica 4. Color de Racimo en época de verano.	30
Grafica 5. Relación invierno - verano de frutos rajados.	31
Grafica 6. Frutos rajados con respecto a la humedad en invierno.	31
Grafica 7. Frutos rajados con respecto a la humedad en verano.....	32
Grafica 8. Comportamiento de frutos desgranados en invierno con respecto a la humedad en mesocarpio.	33
Grafica 9. Comportamiento de frutos desgranados en verano con respecto a la humedad en mesocarpio.	33
Grafica 10. Relación invierno - verano de frutos desgranados.	34
Grafica 11. Relación de frutos desgranados antes y después del corte para cosecha.	35
Grafica 12. Eficiencia de la polinización en los lotes evaluados.	36
Grafica 13. Evolución de ácidos grasos libres durante el tiempo de evaluación..	37
Grafica 14. Relación entre frutos desgranados y rajados en invierno.....	38
Grafica 15. Relación entre frutos desgranados y rajados en verano.....	39
Grafica 16. Relación entre color del fruto y frutos desgranados en invierno.	40
Grafica 17. Relación de color del fruto y frutos desgranados en verano.....	40
Grafica 18. Relación entre color del fruto y frutos rajados en verano e invierno..	41
Grafica 19. Evolución de contenido de aceite por palma.....	44
Grafica 20. Contenido de aceite en racimo #1 en el tiempo.....	45
Grafica 21. Contenido de aceite en racimo # 20 en el tiempo.....	45
Grafica 22. Perdida diaria de peso durante la postcosecha.....	46

Grafica 23. Pérdida de peso acumulada durante la postcosecha.	47
Grafica 24. Frutos desgranados diarios durante la postcosecha	47
Grafica 25. Frutos desgranados a la intemperie en la postcosecha.....	48
Grafica 26. Frutos desgranados bajo sombra en la postcosecha.	48
Grafica 27. Evolución de ácidos grasos durante la postcosecha.	49

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Seguimiento de racimos en desarrollo	25
Cuadro 2. rangos para las palmas seleccionadas.....	25
Cuadro 3. Distribución de racimos por rangos.	26

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Registro fotográfico de Análisis de racimo	59
Anexo 2. Fotos desarrollo de racimo.....	63
Anexo 3. Registro fotográfico trabajo en campo	64
Anexo 4. Color de pulpa.....	67
Anexo 5. Manual de Cosecha	68

RESUMEN

Este trabajo contiene el informe final de la pasantía “Determinación de nivel óptimo de madurez para criterios de cosecha mediante un estudio de lipogénesis en palma Alto Oleico (*Elaeis Oleífera* x *Elaeis Guineensis*), en la plantación Palmas del Mira en Tumaco – Nariño.”, desarrollada por la estudiante Luz Karime Montoya Pantoja, del programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño; durante el periodo comprendido entre marzo de 2010 y marzo de 2011, en la empresa Palmeiras Colombia S.A, en donde se llevo a cabo un proyecto que está ligado al área de cosecha de la empresa, en el cual se asegura la calidad, la productividad y el buen manejo de la producción.

Durante esta pasantía se determino el criterio de cosecha en el material Alto Oleico para las plantaciones de la empresa Palmeiras Colombia S.A, llevando a cabo el seguimiento a tres variables de madurez de racimo como color, frutos rajados y frutos desgranados, estos criterios son evaluados y comparados con el contenido de aceite en el racimo a través del tiempo, el cual es determinado mediante el seguimiento de la síntesis de ácidos grasos (lipogenesis) realizando análisis de laboratorio; posterior a esto se lleva a cabo un análisis postcosecha para determinar el comportamiento del racimo en almacenamiento, teniendo en cuenta las variables más relevantes que son, el desgranamiento y el comportamiento de los ácidos grasos libres (AGL).

El trabajo concluye con la aplicación del criterio de cosecha y la capacitación de los operarios y demás personal implicado en el área.

ABSTRACT

This work contains the final report of the internship "Determination of optimum level of maturity criteria harvest through a study of lipogenesis in Palma Alto Oleico (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*), in Palmas del Mira planting in Tumaco - Nariño." developed by the student Luz Karime Montoya Pantoja, Agroindustrial Engineering program of Universidad de Nariño, during the period between March 2010 and March 2011, the company Palmeiras Colombia SA, where conducted a project that includes the area of post-harvest company, which guarantees the quality, productivity and good management of production by determining criteria for harvesting and implementation through to training operators

During this internship is determined the harvest's criterion in the Alto oleico material for the company's plantations Palmeiras Colombia SA, carrying out the monitoring on three variables of maturity cluster such as: color, split fruits and shelled fruits, these criteria are evaluated and compared with oil content in the cluster by means of time, which is determined by monitoring the synthesis of fatty acids (lipogenesis) performing laboratory analysis, after this is done an analysis to determine postharvest behavior storage cluster, taking into account the most relevant variables are, the shelling and the behavior of free fatty acids (FFA).

The work concludes with the application of the harvest's criterion and the training of operators and others involved in the area.

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite ha representado en las últimas décadas una de las alternativas más viables para solventar las demandas crecientes de materia prima oleaginosa en los países ubicados en la franja tropical. Su característica de especie perenne y alto potencial de producción, puede representar para este país la mejor y más adecuada alternativa en materia prima oleaginosa para la alimentación humana y animal. Colombia como país tropical posee suelos, clima y hombre, factores determinantes que garantizarían el éxito, permitiendo desarrollar masiva y comercialmente esta especie vegetal.

Sin embargo para poder hacer viable y productivo este negocio es necesario llevar a cabo medidas que garanticen la rentabilidad del cultivo, una de estas alternativas está en la medida en que el racimo produzca el máximo contenido de aceite, y esto se logra con el manejo de criterios de cosecha adecuados; Palmeiras Colombia S.A ha decidido realizar un estudio que garantice esto, bajo la supervisión de un ingeniero agroindustrial, con el fin de decidir cuál de los criterios de cosecha es el más adecuado, realizando seguimiento a variables de madurez como, color, desgranado y rajado en los frutos; mediante la realización de estudios de lipogénesis y análisis de racimos, garantizando con esto la calidad en la cosecha.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE

La agroindustria de la palma de aceite se ha extendido en el mundo gracias a su alto potencial productivo oleaginoso. Comparado con otros cultivos oleaginosos, su rendimiento en términos de aceite por hectárea, que promedió alrededor de 3.7 toneladas, supera a las oleaginosas tradicionales como la soya, la canola, el girasol y el algodón¹. El consumo general mundial aumentará presupuestalmente un 60 % entre 2002 y 2030 (J. Michel Bezat, 2006), actualmente hay sembradas en el mundo cinco millones de hectáreas de palma que representan 16 millones de toneladas de producción anuales, equivalente a un consumo de un 1,7 kilo per cápita.²

La agroindustria de la palma de aceite es una actividad que ha presentado una dinámica importante en los últimos 30 años en Colombia; aunque el inicio de la cadena de oleaginosas se dio en la década de los años treinta con productos como el maní, la semilla de ajonjolí, semilla de algodón, semilla de coco, almendra de babasú, y manteca de cerdo, fue tan solo hasta la década de los años setenta cuando la palma de aceite comenzó a ser importante al anterior de la cadena de las oleaginosas y grasas, aprovechando las potencialidades que le ofrecen el mercado internacional.

El sector palmero en Colombia se destaca por ser el cuarto productor de palma de aceite en el mundo después de Malasia, Indonesia y Nigeria. Actualmente hay sembradas en el mundo cinco millones de hectáreas de palma que representan 16 millones de toneladas de producción anuales, equivalente a un consumo per cápita de unos 1,7 kilogramos. En Colombia la palma de aceite ha significado anualmente alrededor del 1% del PIB, el 4.4% del PIBA (PIB agropecuario), el 7.3% de la producción agrícola, y el 13% de la producción de los cultivos permanentes³.

El cultivo de palma de aceite en el país ha tenido un importante desarrollo, hasta la fecha setenta y tres municipios de la mitad de los departamentos de Colombia cultivan la palma de aceite⁴, las principales zonas cultivadoras en el Norte son Magdalena y Cesar; en el Centro, Santander Y Santander del Norte; en el occidente, Nariño y Valle del Cauca y en el Oriente, Meta, Casanare, Cundinamarca y Caquetá; se cuenta con unas 150.000 hectáreas cultivadas y la producción de aceite de palma crudo asciende a 460.000 toneladas anuales,

¹ CAMARA DE COMERCIO CARTAGENA. Análisis del comportamiento del comercio exterior de Bolívar. Cartagena. 2011.

² HOUTART. François. La importancia estratégica de la palma africana. Bogotá: Gloobal, 2006. p. 50.

³ *Ibíd.*

⁴ FEDEPALMA. La palma de aceite. Bogotá. 2010.

donde genera alrededor de ochenta mil empleos que benefician a miles de familias, contribuyendo al desarrollo regional.

En las regiones palmeras de Colombia se unen los medianos y grandes empresarios pequeños cultivadores, trabajadores agrícolas, personal administrativo, técnicos y profesionales de diferentes disciplinas, en alianzas estratégicas, en las que confluyen los saberes, las culturas y las energías en mutua disposición para el progreso de la región y el país en general.

El sector palmero colombiano, dentro de las políticas de sostenibilidad y competitividad en las que viene trabajando desde hace más de una década, asume un compromiso internacional en lo ambiental, social y económico para consolidar su gestión y desempeño en aras de que sus materias primas y productos demuestren su carácter amigable con el medio ambiente y puedan así acceder a mercados cada vez más exigentes en estos aspectos.

1.2 PALMA DE ACEITE ALTO OLEICO

Este material, es un híbrido interespecífico de las variedades *Elaeis Oleífera* x *Elaeis Guineensis*; la variedad *Elaeis guineensis* es una palma de aceite africana, nativa de África tropical y Madagascar. Alcanza los 60 pies de altura. Los frutos maduros son anaranjado-rojizos y miden hasta 1.5 pulgadas de largo. Florece y fructifica durante todo el año. Se cultiva para la extracción de aceite que se emplea en la producción de lubricantes, margarina, productos de belleza y biodiesel; y la variedad *E. Oleífera*, es una variedad de palma de aceite americana también se la conoce como: Corozal, Corozo, Palma de cebo, Coqueiro de dente, Coquito, Palmique, Yolí, Corozo del Sinú, Ñoli o Corocito; es nativa de Centroamérica y del norte y oeste de Sudamérica, a menudo crece inclinada o postrada. Su nombre específico significa que posee aceite⁵.

La palma de aceite Alto Oleico se caracteriza por un bajo crecimiento de estipe, en promedio crece 22 centímetros por año, este factor puede alargar la vida útil de una plantación de 30 a 50 años; una de sus principales características es la tolerancia natural a las enfermedades y las plagas propias de América Tropical, es altamente productiva, puesto que produce entre 28-35 toneladas de fruto por hectárea al año, junto con una tasa de extracción entre 18 y 19%. Botánicamente, el híbrido se caracteriza por las hojas que son mucho más largas que las de sus progenitores, pero que guardan la disposición de los folíolos de *E. Oleífera*. También el híbrido manifiesta las características de esta palma en lo que se refiere al aumento de altura, partenocarpia y forma y color de fruto⁶.

⁵ C.W.S. Hartley. La Palma de Aceite. México: compañía editorial continental, 1983. p. 50.

⁶ HACIENDA LA CABAÑA. Aceite de Palma Alto Oleico. Bogotá: s.n. 2010.

1.3 RACIMO DE PALMA DE ACEITE ALTO OLEICO

El racimo de frutos es ovoide y puede alcanza 50 cm de largo y 35cm de ancho. El racimo de palma alto oleico está constituido básicamente por frutos normales los cuales son de mayor tamaño con presencia de nuez, con un peso entre los 8 a 11 gr aproximadamente y de 1.5 a 2 cm de alto y son de color rojo anaranjado, también posee frutos partenocarpicos rojos los cuales se han desarrollado aunque no se haya realizado la fecundación estos son de menor tamaño, de 2.5 - 3 cm de alto por 1-1.5 de ancho, de color rojo, sin endocarpio; similar a los anteriores el racimo posee frutos partenocarpicos blancos pero a diferencia de los rojos estos contienen menor cantidad de aceite y son de color amarillo pálido; también se tiene frutos abortados o infértiles los cuales no se desarrollaron y que no contiene aceite y los vastagos de la espiguillas y espinas de racimo. El peso del racimo varia de unos pocos kilogramos hasta cerca de los 100kg de acuerdo con la edad y la situación, pero en plantaciones adultas los peso medios van de 10 a 30kg. Los racimos bien dearrollados llevan de 500 a 4000 frutos, siendo la común uno media de 1500, con una proporción de fruto a racimo de 60 a 70%. La maduración se realiza desde la base hacia arriba, y los frutos se desprenden y rajan gradualmente

1.4 LA LIPOGENESIS

La biosíntesis y la degradación de los ácidos grasos se desarrollan a través de rutas totalmente diferentes, siendo un ejemplo más de los sistemas que tienen los seres vivos para realizar funciones contrapuestas, de manera especializada y perfectamente regulada.

La síntesis de triacilgliceridos (grasas), requiere tres fases: obtención de ácidos grasos y de glicerina, y formación de acilglicéridos.

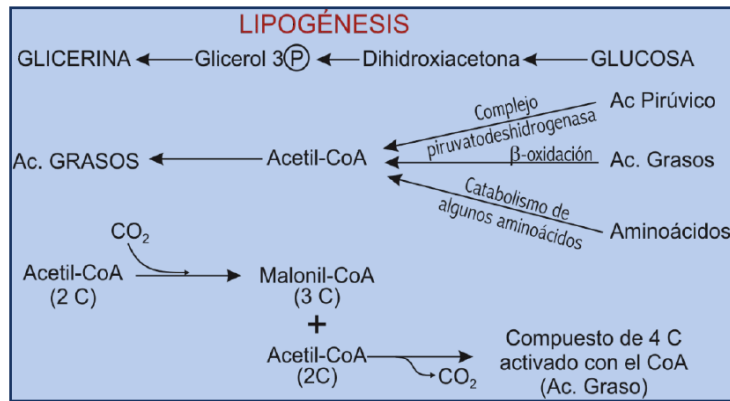
- a. **Obtención de glicerina.** La síntesis de glicerina parte de la dihidroxiacetona-3-fosfato (ver glucolisis). La glicerina no se llega a obtener, ya que queda en la forma activada de glicerol-3-fosfato.
- b. **Obtención de ácidos grasos.** La síntesis de ácidos grasos se produce en el hialoplasma, partiendo del **acetil-CoA**, molécula de origen mitocondrial formada a partir de la degradación del piruvato o de la -oxidación de ácidos grasos.

La formación de ácidos grasos requiere **malonil-CoA**, obtenido del Acetil-CoA mediante una carboxilación catalizada por la enzima acetil-CoA carboxilasa. La unión del malonil-CoA (3C) a un Acetil-CoA (2C) origina una molécula de cuatro carbonos, desprendiéndose CO₂. La unión repetida de moléculas de malonil-CoA con las consiguientes pérdidas de CO₂ permite que se añadan

dos carbonos en cada ocasión, formándose una larga cadena carbonada con un número par de átomos de carbono, es decir, un ácido graso activado en forma de acil-CoA.

Las uniones de malonil-CoA, con las consiguientes pérdidas de CO₂ se suceden hasta completar la cadena de ácido graso que queda en forma activada (acil-CoA).

- c. **Formación de triacilglicéridos.** La síntesis de estas moléculas lipídicas requiere las formas activadas de sus componentes: glicerol-3-fosfato y acil-CoA para la formación del enlace éster entre ambos (Nota: deben observarse las diferencias con la β -oxidación.)



2. ANTECEDENTES

Palmeiras Colombia S.A, es una empresa dedicada a la producción y extracción de aceite rojo de palma de aceite, es una de las empresas agroindustriales más importantes tanto a nivel regional como nacional en la producción de aceites de alta calidad, asimismo es reconocida por su responsabilidad y compromiso social con la región y el país.

Esta empresa actualmente se desempeña en la siembra, cultivo y cosecha de los frutos oleaginosos, los cuales son procesados para la obtención de aceite rojo; cuenta con 1500has sembradas en híbrido de palma Alto Oleico, las cuales están divididas en tres plantaciones, Araki. Palmeiras y palmas del Mira; La fase industrial la cual se encuentra en proyecto de reactivación comprende la extracción de los aceites crudos y otros subproductos que se utilizan en diferentes industrias.

2.1 RESEÑA INSTITUCIONAL

Palmeiras Colombia S.A, se encuentra en el mercado de la palma de aceite desde los años 60, llevando a cabo la siembra y extracción de aceite de palma africana, brindando progreso al municipio de Tumáco, en especial con la generación de industria y más de 100 jornales directos e indirectos.

Hasta el año 2004 Palmeiras Colombia S.A manejaba su producción con palma aceitera *Elaeis Guineensis*, con la variedad Ténera, siendo esta una de las variedades más productivas en lo que a palma de aceite se refiere, sin embargo su tolerancia a enfermedades originarias de América es muy baja, principalmente a la enfermedad denominada Pudrición de Cogollo, una de las enfermedades más graves detectadas en el cultivo de la palma aceitera en Colombia, la cual provocó la erradicación de la variedad de palma *Elaeis guineensis* y la sustitución por material ALTO OLEICO.

Palmeiras Colombia S.A con 3 plantaciones en la zona rural de Tumáco, posee 1500 hectáreas de palma de aceite Alto Oleico entre las tres plantaciones, con una proyección de aproximadamente 4500 hectáreas a mediano plazo; de las 1500 hectáreas se encuentran en producción 838 hasta marzo de 2011, promoviendo con esto la contratación de personal para la realización de las diferentes labores necesarias en la plantación.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el punto óptimo de madurez y criterios de cosecha mediante un estudio de lipogénesis en palma alto oleico *Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis* en la plantación Palmas del Mira en Tumaco – Nariño, para la empresa Palmeiras Colombia s.a.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Establecer el máximo nivel de lipogénesis mediante el número de días de polinización, llevando un registro fotográfico, fruit set, % A.G.L (ácidos grasos libres) y % Eficiencia de polinización en un total de 58 racimos.
- ✓ Conocer el proceso de desarrollo del racimo a partir de la antesis hasta el nivel máximo de lipogénesis, con análisis a 2 racimos diferentes.
- ✓ Determinación del tiempo de almacenaje en el fruto cosechado, la variación en las características fisicoquímicas en 18 racimos.
- ✓ Realizar e Implementar un manual de control de calidad postcosecha en campo, empleando los resultados arrojados por los análisis fisicoquímicos realizados para determinar el contenido de aceite

4. EJECUCION DE LA PASANTIA EN LA PLANTACION PALMAS DEL MIRA EN TUMACO NARIÑO

Los híbridos interespecíficos *E. oleífera* x *E. guineensis*, difieren en varios aspectos con la variedad *E. guineensis*, por lo que se hace necesario determinar criterios de cosecha en este material, como color, fruto rajado, fruto desgranado naturalmente y después de la cosecha, mediante un estudio de lipogénesis con el apoyo de otros análisis, la investigación determina ciclos y estado de madurez del fruto. Con el fin de desarrollar el estudio se realizaron ensayos de forma aleatoria en palmas alto oleico, de 3 años de edad (sembradas entre marzo y mayo de 2007), en la plantación Palmas del Mira, en Tumaco – Nariño, durante las épocas de verano e invierno, asociado al tiempo de desarrollo después de la polinización.

La determinación de un criterio y ciclos de cosecha es esencial, en una plantación de palma de aceite al igual que cualquier empresa agroindustrial o agrícola, estos afectan directamente en la economía de la empresa, por ello tiene que ser claros y eficientes, en el momento de realizar el corte en campo, la cosecha y el transporte de los racimos son la culminación de todos los esfuerzos y el resultado de la aplicación precisa de un conjunto de técnicas de manejo del cultivo. Después de la realización de todas las labores en campo y llegada la cosecha es necesario:

- Mantener un ciclo de cosecha adecuado y oportuno, llevando a cabo una programación adecuada.
- Establecer criterios de cosecha y manejarlos correctamente, Cosechando toda la fruta en su madurez óptima con el máximo contenido y calidad de aceite.
- Evitar la fruta desgranada.
- Transportar toda la fruta (racimos y fruta suelta), en buenas condiciones, en el menor tiempo posible después de ser cosechada, para evitar el mayor incremento de ácidos grasos y el sobre desgranamiento de los racimos.
- Todos los racimos maduros deberán ser cortados y trasladados al lugar de acopio (con sus frutos sueltos), con los pedúnculos cortados a ras en la base del racimo.

4.1 DESCRIPCION DEL CAMPO DE LA PRÁCTICA

El desarrollo de la pasantía se llevo a cabo en una de las plantaciones de palma de aceite de la zona rural de Tumáco, la cual pertenece a la compañía Palmeiras Colombia S.A.

4.1.1 Localización geográfica. El municipio de Tumáco, se encuentra en el Sureste Colombiano, a los 2° - 48' - 24" de latitud norte; 78° - 45' - 53" de longitud al oeste del Meridiano de Greenwich. Ubicado, en la costa pacífica del departamento de Nariño, con una extensión territorial de 3.760 Km². Limita al norte con el municipio de Francisco Pizarro, al sur con la República de Ecuador, al este con los municipios de Roberto Payán y Barbacoas y al oeste con el océano pacífico; dista a 304 kms. de la capital de Nariño, se encuentra a 2 metros sobre el nivel del mar y su temperatura promedio es 28° centígrados que en ciertas épocas oscila entre los 16° y 33° centígrados, caracterizándose por poseer un clima cálido húmedo. La humedad relativa es de 83.86% con una precipitación anual promedio en la cabecera de Tumáco de 2.531 mm.

El Municipio se encuentra localizado entre la llanura del Pacífico y el piedemonte de la cordillera occidental, contando con una superficie de 17.299 Kms.², que constituyen el 52% de la superficie total del departamento de Nariño, abarcando 10 municipios que encierran el 16% del total de la población; la llanura que se caracteriza por ser plana y con terrenos bajos y amplios valles cenagosos, cubierta parcialmente de selva y atravesada por numerosos ríos. La vegetación predominante en el litoral es el manglar y selva; en el resto de la zona se poseen las mejores tierras para la vocación agrícola. Los ríos tienen gran importancia en la forma de vida de la población de la zona ya que proporcionan agua para el consumo humano y animal, y se constituyen en fuente de trabajo para el riego de sus cultivos, como también, proporcionando vías de comunicación y acceso a regiones apartadas.

La empresa Palmeiras Colombia S.A, se encuentra ubicada en la vereda la vuelta de Candelillas, perteneciente al corregimiento de candelillas, municipio de Tumáco – Nariño.

4.2 DETERMINACION DEL PUNTO ÓPTIMO DE MADUREZ PARA CRITERIOS DE COSECHA

Inmediatamente después de que la flor entra en antesis, la cual se presenta durante la florescencia o floración de las plantas, estrictamente es el tiempo de expansión de una flor hasta que está completamente desarrollada y en estado funcional, posterior a esto ocurre el proceso de polinización e inicia el desarrollo del racimo⁷; la formación de un nuevo racimo comienza con la generación de carbohidratos y la posterior síntesis de ácidos grasos (lipogénesis), la lipogénesis solo ocurre cuando el racimo esta proximo a su estado de madurez, si la fruta se cosecha antes del momento que esta alcance su máximo contenido de aceite, no tendrá la cantidad que se requiere, debido a que es una fruta climatérica, lo que significa que una vez cosechado toda reacción bioquímica que se presente en el racimo se detendrá, el proceso de maduración en el racimo se interrumpe y si se

⁷ C.W.S. Op. cit.

cosecha pasado el punto óptimo de madurez se corre el riesgo de que se deteriore la calidad del aceite y aumente el número de frutos desgranados, volviendo muy costosa la cosecha y generando grandes pérdidas económicas.

Se llevo a cabo la implementación de los criterios de cosecha para la plantación Palmas del Mira perteneciente a la empresa Palmeiras Colombia S.A, estos criterios son aplicables exclusivamente en los lotes de esta plantación que están siendo polinizados asistidamente, teniendo en cuenta que los racimos donde no se ha realizado dicha polinización no presentan las mismas características de maduración, debido a las condiciones generadas por la hibridación.

4.2.1 Metodología y procedimientos.

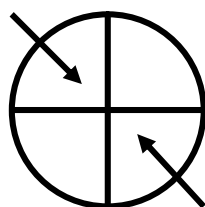
4.2.1.1 Análisis general de racimo. Se evaluó con respecto al tiempo de desarrollo del racimo a partir de la polinización en su estado de antesis, tomando 9 rangos, a partir de los 140 días hasta los 180 días, con espacios de 5 días.

Los criterios evaluados para determinar el estado de madurez del fruto en campo, se tomaron de acuerdo con las características físicas reveladas por el racimo, a partir de la madurez fisiológica, entre estas están.

- a) **El color**, tomando tres categorías, verde-naranja, naranja y naranja-rojizo, estos pasan de uno a otro a medida que aumenta la madurez fisiológica.
- b) **Frutos rajados**, teniendo en cuenta que los racimos de palma de aceite tienen la característica particular de sufrir rajaduras tanto en el ápice como en la base del fruto en su estado de madurez se registro diariamente la cantidad de frutos rajados.
- c) **Frutos desgranados naturalmente**, con revisiones diarias se realizo conteo de los frutos encontrados en el plato de la palma.
- d) **Desgranamiento de frutos durante la cosecha**, este análisis se realizo para todos los racimos evaluados. Previo a la realización del corte se realizaba el contero de frutos sueltos y posterior al corte se repetía el conteo con el nuevo número de frutos en el plato de la palma.
- e) **Color de pulpa en frutos fértiles**, Después de la cosecha del racimo se realizo un registro fotográfico del color de la pulpa en frutos Normales, esto con el fin de conocer los cambios de color para los diferentes niveles de desarrollo del fruto.
- f) **Contenido de aceite en el racimo**, este se realiza mediante un procedimiento convencional de análisis de racimo, metodología utilizada para la determinación de contenido de aceite en el racimo, y se efectúa posterior al

análisis del *fruit set*, el *fruit set* es un proceso que se realiza mediante análisis cuantitativos de los diferentes componentes del racimo, este permite evidenciar la forma como el aceite y la almendra han sido influenciados por diferentes eventos, en el proceso de desarrollo; proporciona los porcentajes de frutos normales partenocarpicos rojos, blancos y abortos en el racimo. Mediante estos dos analisis se lleva a cabo la caracterización de los racimos en cuanto a frutos se refiere; teniendo como paso final una extracción solido- líquido con *soxhlet* en donde se obtiene como resultado el porcentaje de aceite contenido en los racimo estudiados. El proceso paso a paso es el siguiente.

- El racimo de fruta fresca es cosechado en la mañana del mismo día del análisis.
- Pesar el racimo y separar la espigas
- El pedúnculo es separado de las espigas, se pesa y se elimina.
- El total de las espigas del racimo se extienden sobre una superficie plana para luego dividir las en cuatro partes y tomar de dos extremos una muestra de 1500gr, de racimos entre 4000 y 10000gr.



- Tomada la muestra de 1500gr se procede a separar el raquis de la espiga de los frutos; se clasifican los frutos según su tipo, frutos normales, partenocarpicos rojos, partenocarpicos blancos y abortados.
- Se pesan los frutos de los diferentes tipos y se cuentan.
- Después de pesados los frutos se toma una muestra de 200gr. de cada tipo, exceptuando los frutos abortados.
- Separar el exocarpio del mesocarpio y este del endocarpio; por aparte separar el endocarpio del endospermo y se pesan.
- Después de obtenido el mesocarpio en laminas delgadas se toma una muestra de 20gr por cada tipo de fruto en capsulas de porcelana, pesadas con anterioridad.
- Se introducen en el horno hasta eliminar la humedad por completo; se pesa la muestra.
- Se toman muestras de mesocarpio seco de 5gr para frutos grandes; 5gr para frutos partenocarpicos rojos y 1gr. para frutos partenocarpicos blancos.
- Cada muestra se empaca en papel filtro (pesado).

- Poner el matraz de extracción en el sistema soxhlet con la muestra empacada en el papel filtro en el tubo de reacción y adicionar el solvente, (tricloroetileno) al matraz.
- Extraer la muestra con el solvente por 24 horas.
- Una vez terminada la extracción se elimina el solvente por evaporación bajo campana. Hasta que no se detecte olor a solvente..
- Se toma el sólido seco no aceitoso se deja enfriar, se pesa y se registra; secar el matraz con la grasa en estufa a 103+ 2°C por 10 min,

4.2.1.2 Análisis de desarrollo de racimo. seguimiento de 2 racimos 4 días antes de la anthesis hasta los 180 días, con revisiones comprendidas en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Seguimiento de racimos en desarrollo

	Días de análisis																
inflorescencia1	-4	-2	0	2	30	60	90	120	140	145	150	155	160	165	170	175	180
inflorescencia2	-4	-2	0	2	30	60	90	120	140	145	150	155	160	165	170	175	180

Fuente. Este estudio

Los seguimientos llevados a cabo en este análisis fueron de las manifestaciones físicas del fruto a través del tiempo; un análisis cualitativo durante el desarrollo del racimo y después de la cosecha, hasta los 180 días de la polinización, también se realizaron registros fotográficos y de temperatura interna, los seguimientos se llevaron a cabo en los tiempos que se indican en la *tabla 1*; en los días 140, 145, 150, 155, 160, 165, 170, 175 y 180.

4.2.1.3 Análisis por palma. Análisis de 18 racimos en 4 palmas, cosechados en los diferentes rangos de análisis indicados en el cuadro 2; por cada palma se seleccionaron 4 racimos, y se los cosecharon en 4 rangos diferentes, la distribución se realizó como se explica en cuadro 3.

Cuadro 2. Rangos para las palmas seleccionadas.

PALMA	DIA DE COSECHA
Palma 1	140, 150, 160, 170
Palma 2	145, 155, 165, 175
Palma 3	140, 150, 160, 170
Palma 4	145, 155, 165, 175

Fuente. Este estudio

Cuadro 3. Distribución de racimos por rangos

Tiempo de cosecha	Palma 1					Palma 2				Palma 3				Palma 4				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R5
Día 140	x									X								
Día 145						x									x			
Día 150		x									x							
Día 155							x									x		
Día 160			x									x						
Día 165								x									x	
Día 170				x									x					
Día 175									x									x

*R = Racimo

Fuente. Este estudio

4.2.1.4 Análisis por racimo. Se seleccionaron dos racimos de los cuales se tomaron 5 frutos iniciando desde 140 días hasta 180 días a cada racimo, con rangos de 5 días; se le realizó análisis de contenido de aceite en el fruto, análisis de racimo y análisis de manifestaciones físicas como color, frutos sueltos y rajados, esto con el propósito de ver en el mismo racimo cual es el contenido de aceite en sus frutos a través del tiempo y su comportamiento fisiológico, además de realizar comparaciones con el análisis general (punto 5.1.1.1).

4.2.1.5 Análisis postcosecha. Se llevo a cabo el análisis de desprendimiento de fruto después de cosechado y pérdida de humedad, bajo sombra y a la intemperie teniendo en cuenta el porcentaje de ácidos grasos libres (%A.G.L); Se tomo 2 racimos cosechados por cada rango analizado y se evaluó el comportamiento de desgrane y de pérdida de peso a través del tiempo.

4.2.1.6 Capacitación a personal de cosecha. Se inicio el proceso de capacitación de todo el personal del área de cosecha, incluidos supervisor, jefe de área, y operarios (cortero y mulero), llevando a cabo dos métodos de capacitación, teórico y práctico. Durante el desarrollo de la capacitación práctica se trabajo con cada grupo de cosecha individualmente, recorriendo el lote de cosecha con cada grupo durante 2 horas, para luego realizar evaluaciones en campo y escritas para todos los operarios, posterior a esto se realizó seguimiento constante al personal durante el tiempo restante a la práctica. Durante el ingreso de personal nuevo se llevaba a cabo la capacitación de criterios de cosecha y manejo en campo como también del protocolo de cosecha establecido por la empresa con anterioridad.

4.2.2 Elaboración de manual de cosecha. Mediante la información obtenida durante el estudio realizado se concluyo con un manual que puede servir de guía para todo el personal que esté involucrado con esta labor, el cual se muestra en el anexo 5.

5. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO REALIZADO

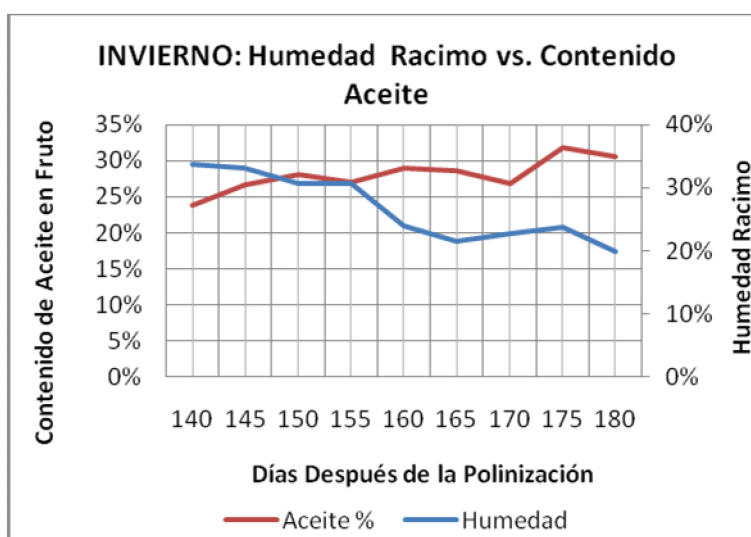
5.1 ANÁLISIS GENERAL DE RACIMO

Mediante los análisis de racimo llevados a cabo se obtuvieron los siguientes resultados;

5.1.1 Análisis fisicoquímico. Con el análisis de racimo y la extracción por soxhlet se grafico los promedios del porcentaje de Aceite en el racimo con respecto al tiempo y en relación a la pérdida de peso, esto último con el fin de dar a conocer el momento en que la deshidratación influye en la elevación del aceite la cual es aparente, debido a que en menor porcentaje de agua, mayor porcentaje de aceite, sin que esté realmente haya aumentado su volumen.

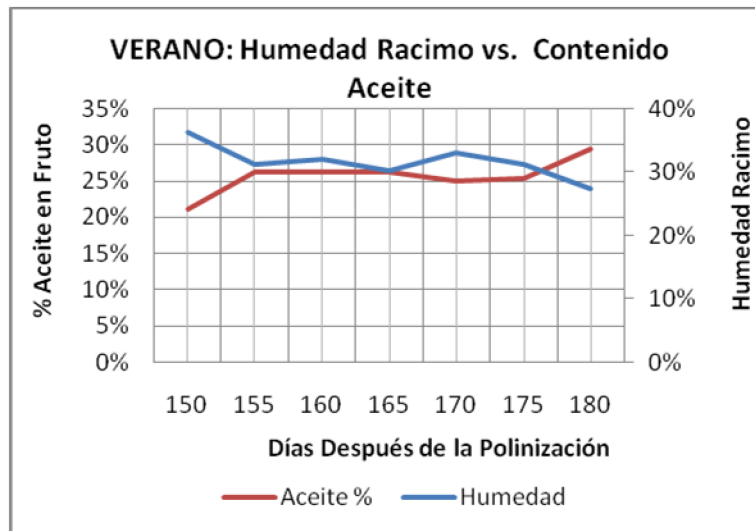
La maduración organoléptica que internamente es ocasionada por la síntesis de almidones en ácidos grasos, "lipogénesis", llega a su nivel máximo a los 150 días después de la antesis, teniendo luego de esto un periodo de latencia de 20 días que el cual se cumple a los 170 días después de la antesis; para el caso de verano es desde los 155 días hasta los 175 días. Después de terminada la síntesis de ácidos grasos a los 170 días se obtiene una pérdida de peso en el racimo por deshidratación del fruto y un valor aparente de % Ac/RFF, el cual es más alto, esto expresa el inicio de la senescencia en el racimo, ya que a partir de este momento el racimo muestra el deterioro en la calidad del fruto y aumento en el porcentaje de frutos desgranados (Graficas 1 y 2).

Grafica 1. Cantidad de aceite presente en el racimo con respecto al tiempo - invierno



FUENTE: luz Karime Montoya P.

Grafica 2. Cantidad de aceite presente en el racimo con respecto al tiempo - invierno



FUENTE: Palmeiras Colombia S.A.

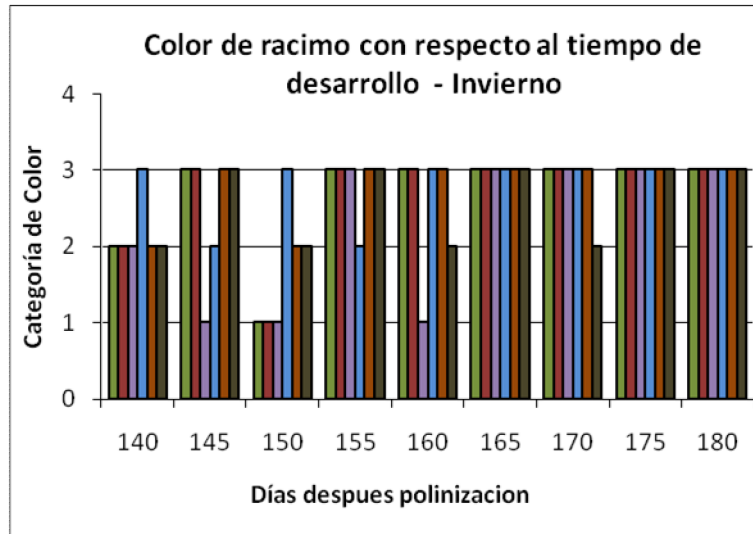
5.1.2 Análisis fisiológicos. Con análisis en campo se obtuvo la siguiente información para los criterios mencionados como parámetros de evaluación.

El color: los tres colores que se determinaron para realizar este análisis son el verde-naranja, naranja y naranja-rojizo, estos fueron categorizados de la siguiente manera para realizar una evaluación más explícita de esta variable.

Categorías:

1. Color Verde-Naranja
2. Color Naranja.
3. Color Naranja-Rojizo.

Grafica 3. Color de Racimo en época de invierno.



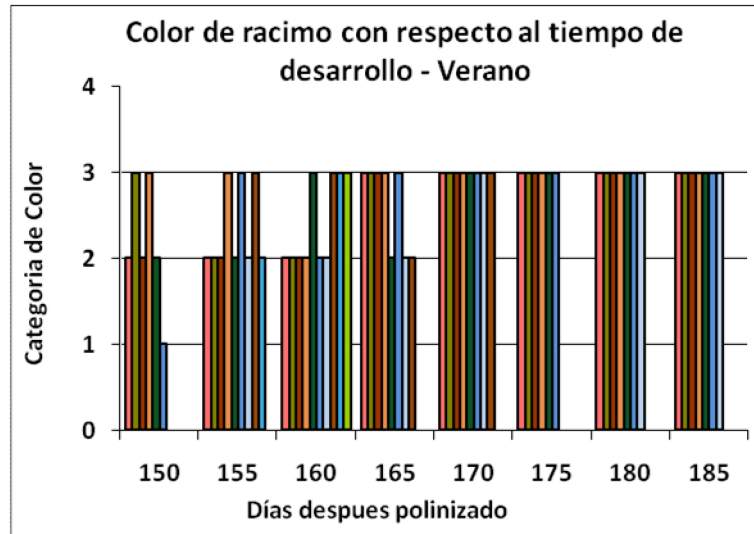
FUENTE: luz Karime Montoya P

El color de racimo de palma de aceite Alto Oleico, presenta una múltiple variedad de tonalidades en sus racimos, sin embargo se establece un patrón que se conserva de manera global para todos los racimos con el cual se evaluó determinando una variable concluyente en el color del racimo, en general se tiene que los racimos maduros tienen un patrón naranja-rojizo, el cual tiende a ser en ocasiones marrón, naranja, pardo, entre otros.

Como se muestra en las graficas 3 y 4, se tiene que el color del fruto no es un criterio determinante en la cosecha, y quedaría a consideración del cortador o cosechero la clasificación del color, sin embargo se observa que el color predominante después de los 160 días de polinización es el naranja – rojizo, teniendo en cuenta la relación con las demás variables, se entraría a considerar la probabilidad de manejar de alguna manera el color como criterio o variable de apoyo. El color siempre sirve como guía para que el cortero realice una selección previa del racimo antes de entrar a la palma, el operario puede determinar por el color naranja-rojizo si hay un posible racimo en estado de madurez, lo que permite un ahorro en el tiempo de la labor.

Ya que el color naranja rojizo es el color predominante durante el periodo de madurez, concluimos que éste sería un indicador pero no se usaría como criterio determinante debido a las diferentes tendencias de colores en los racimos lo que en algún momento podría ser contraproducente ya que el cortero puede tomar esta variable para realizar cortes inadecuados basándose en su juicio de cuál es el color naranja rojizo.

Grafica 4. Color de Racimo en época de verano.



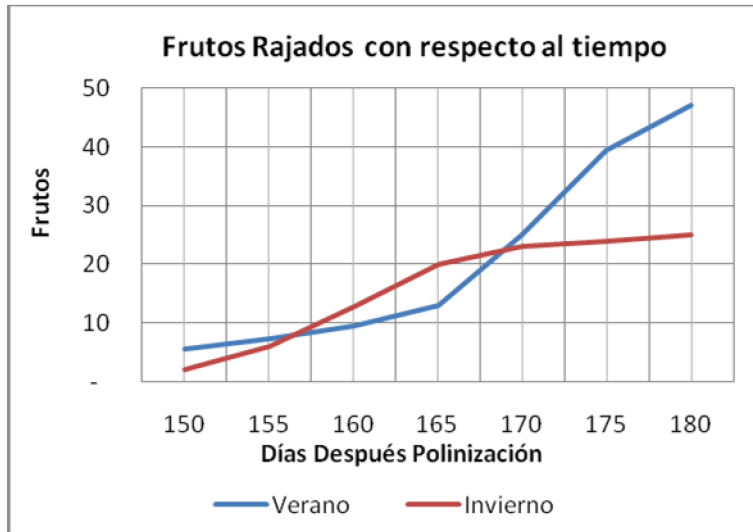
FUENTE: Palmeiras Colombia S.A.

Se observa que el comportamiento de este criterio es similar para ambas estaciones, pero en verano la mayoría de los racimos verde-naranja y naranja se encuentran entre los 150 a 160 días y a partir de los 165 el 90% de los racimos presentan la coloración naranja-rojiza, para invierno más del 60% de los naranja y verde-naranja se encuentran en los 140 y 150 días y solo hasta los 155 días se ve la mayor cantidad de racimos con el color naranja-rojizo, estas consideraciones se deben al retraso de 5 días en la maduración para el periodo de verano. El color no es apreciable en condiciones de ataque masivo del raspador de la fruta.

- **Frutos rajados:** en la palma de aceite se presenta una característica particular durante el periodo de madurez, la rajadura del fruto tanto en la base como en el ápice, esta rajadura es profunda y bien marcada donde al hacer un acercamiento al racimo se hace visible el mesocarpio fresco. La rajadura tiene una profundidad de 1 a 2mm, es preciso hacer esta aclaración ya que en ocasiones se presenta otro tipo de rajadura en el ápice del fruto, este es muy superficial, se presenta por efectos del ataque del insecto raspador del fruto (*Demotispa neivai Bondar*), es muy importante tener en cuenta la diferencia entre los dos tipos de rajadura, y que los operarios la identifiquen de manera clara.

En vista de que los racimos pueden presentar el mayor porcentaje de rajadura tanto de la base como en el ápice, se unificó los dos tipos de rajadura y se hizo análisis de los datos obtenidos realizando la siguiente grafica.

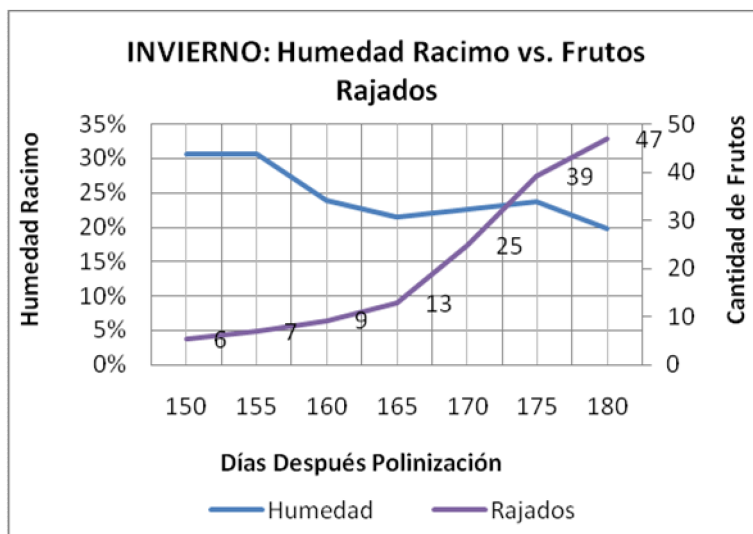
Grafica 5. Relación invierno - verano de frutos rajados.



FUENTE: luz Karime Montoya P

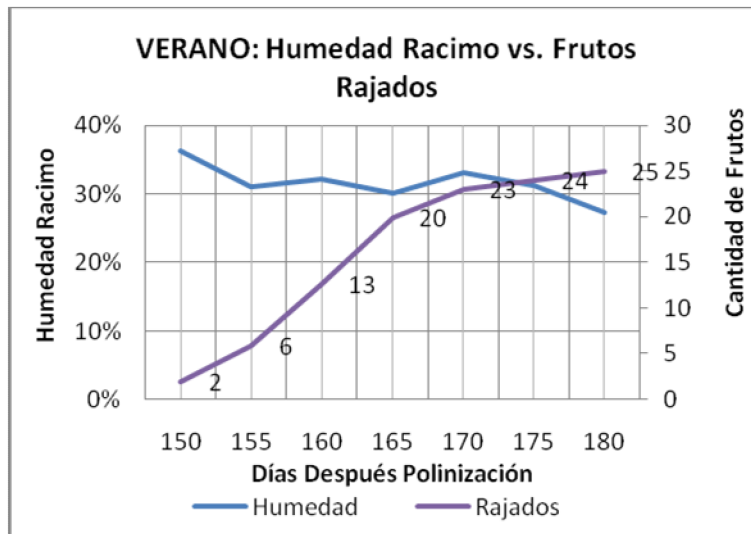
Después de los 150 días desde la polinización el número de frutos rajados continua avanzando de manera ascendente indicando físicamente el avance de la madurez del racimo, esto sustentado en base a la información obtenida en los datos de contenido de aceite en el tiempo, lo que es claro que en el momento en que el racimo obtiene su máximo contenido de aceite la rajadura de los frutos inicia; la rajadura de los frutos únicamente se detiene por la acción de la deshidratación en la gran mayoría de los racimos, los que sufren una deshidratación más agresiva.

Grafica 6. Frutos rajados con respecto a la humedad en invierno.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

Grafica 7. Frutos rajados con respecto a la humedad en verano.



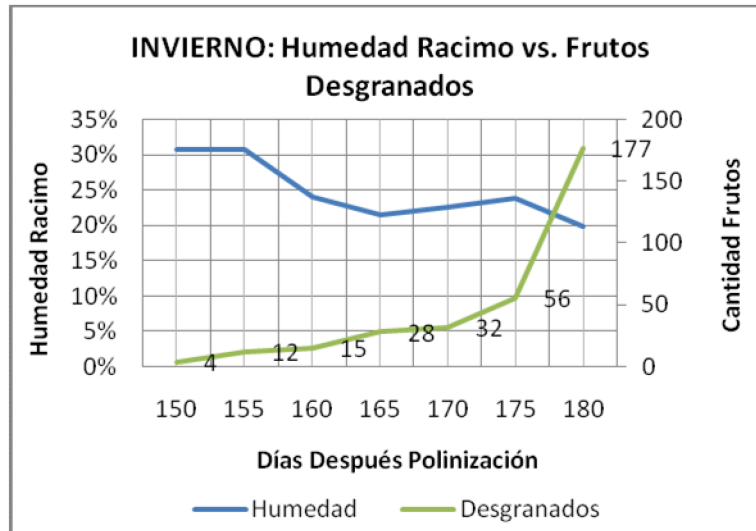
FUENTE: Palmeiras Colombia S.A.

La cantidad de frutos rajados en el racimo aumenta con respecto al tiempo de desarrollo; las graficas revelan que con valores entre 5 y 20% de frutos externos rajados, (tomando como base que el numero de frutos externos es de aproximadamente 100 frutos) el racimo se encuentra en su máximo nivel de aceite y continúa de forma ascendente hasta la deshidratación masiva, en donde la rajadura empieza a cerrarse. El porcentaje de frutos rajados después del 10% es muy variable entre palmas.

- **Frutos desgranados naturalmente:** Los frutos de la palma de aceite se desprenden naturalmente cuando maduran mediante el proceso natural de dehiscencia de los frutos en la planta, es pertinente conocer el punto en que los frutos se desprenden con respecto al contenido de aceite y en que numero, esto con el propósito de conocer la eficiencia de esta variable como criterio y el momento adecuado para la cosecha. Debido a que el proceso de maduración es gradual y pueden pasar más de 10 días desde que las primeras frutas se desprenden y hasta que las últimas están maduras, es difícil cosechar los racimos en un grado óptimo de madurez. Además, debido a la dehiscencia, se debe coleccionar los frutos sueltos durante la cosecha, lo cual aumenta los costos de la labor significativamente.

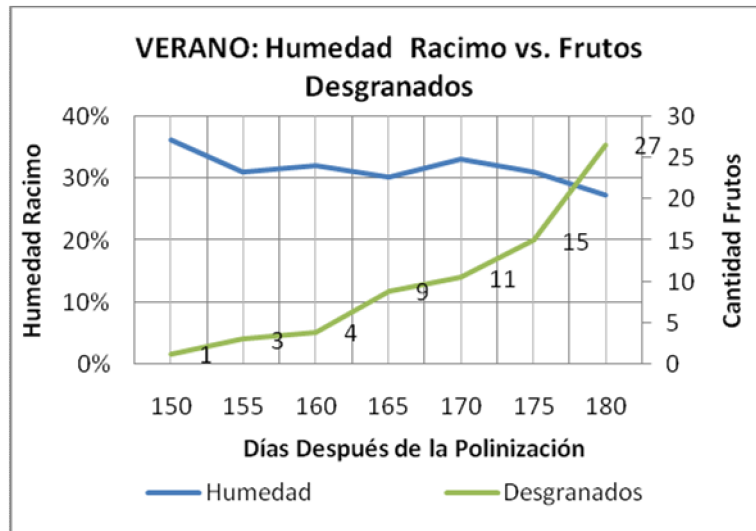
Al desprendimiento de los frutos exteriores se le ha dado especial utilidad para determinar los criterios de corte en plantaciones comerciales; diversos autores (Wood *et al.*, 1985; Azis 1985) han encontrado una correlación positiva entre el numero de frutos desprendidos y el contenido de aceite en el racimo, de los cual por medio de esta investigación se hizo la corroboración de dicho postulado.

Grafica 8. Comportamiento de frutos desgranados en invierno con respecto a la humedad en mesocarpio.



FUENTE: luz Karime Montoya P

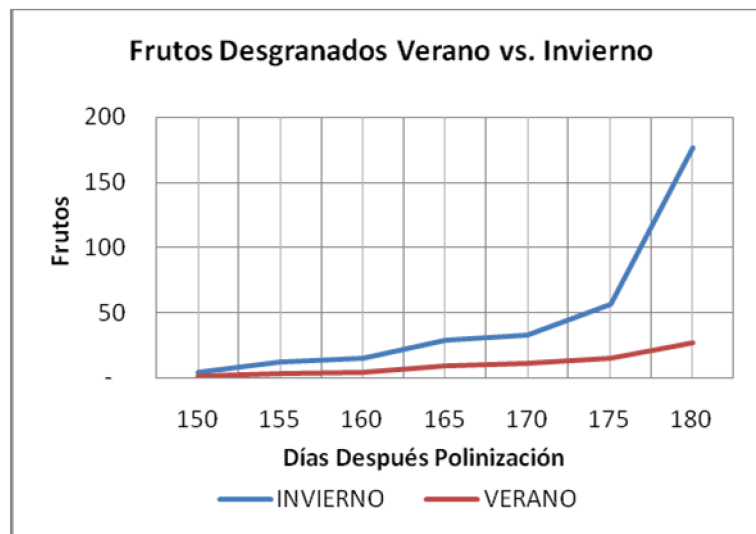
Grafica 9. Comportamiento de frutos desgranados en verano con respecto a la humedad en mesocarpio.



FUENTE: Palmeiras Colombia S.A.

Teniendo en cuenta los análisis llevados a cabo y posteriores sondeos, el desprendimiento de fruto no se presenta con el mismo incremento que en palma *guineensis*, el desprendimiento es menos marcado, sin embargo la abscisión inicia 5 días antes del periodo que se determinó para el punto máximo de lipogénesis, a partir del desprendimiento del primer fruto el incremento en la dehiscencia se da por un periodo de 20 días de forma lenta, luego de este periodo, al igual que los demás criterios notamos una elevación en el número de frutos desgranados a una curva que crece de manera exponencial; esto garantiza la prolongación de los ciclos a 21 sin tener inconvenientes con sobredesgranamiento de los frutos, lo que implicaría el incremento en el grupo de cosecha de 2 operarios a 3, con la persona que se encargaría de la recolección de estos frutos.

Grafica 10. Relación invierno - verano de frutos desgranados.

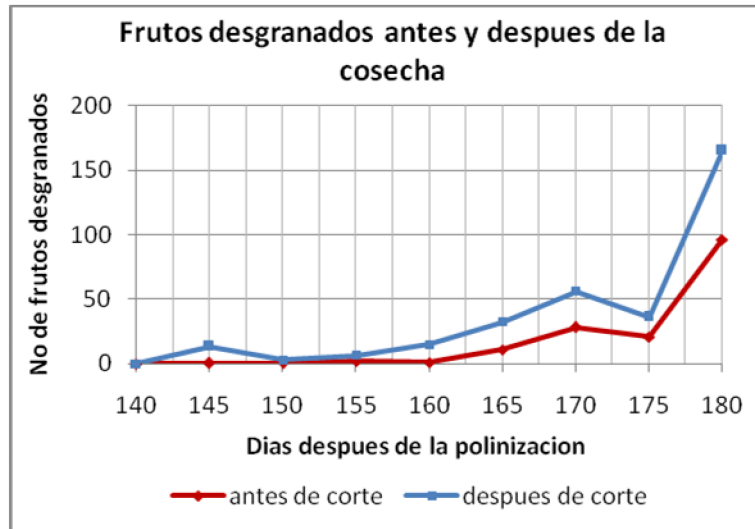


FUENTE: luz Karime Montoya P

Los valores encontrados para esta variable en los dos periodos de análisis son relativamente bajos, pero no menos significativos, no obstante para el periodo de invierno se incrementa, sin que este incremento sea muy elevado; es claro que debido a la baja tasa de desprendimiento, asociada a la tasa de extracción de aceite, la cual ocurre a partir de los 150 días, asociado con esta variación se observa el cambio en la coloración y el inicio de la rajadura de frutos que en ocasiones es previa a la abscisión.

- **Fruto Desgranado Después de la cosecha:** Hay algunos frutos que están técnicamente sueltos que todavía permanecen adheridos o reclinados en el racimo y por la acción del corte ejercido sobre el pedúnculo en el momento de la cosecha, se ocasiona un desgranamiento adicional de frutos.

Grafica 11. Relación de frutos desgranados antes y después del corte para cosecha.



FUENTE: luz Karime Montoya P

Los ciclos de cosecha en una plantación de palma de aceite están regidos por el número de frutos desgranados en un período de tiempo, esperando el mínimo desgranamiento del racimo evitando así perdida por recolección y aumento en el AGL; en la grafica podemos ver una correlación entre el número de frutos sueltos antes y después de la cosecha de 1:2, de un fruto desgranado antes de la cosecha se desprenderán 2 después del corte del racimo, sin embargo el incremento en el desgranamiento diario es muy bajo con una pendiente de 1.7; se debe manejar un ciclo prudente, sin embargo el aumento en la pendiente en el desgranamiento se da a partir de los 165 días.

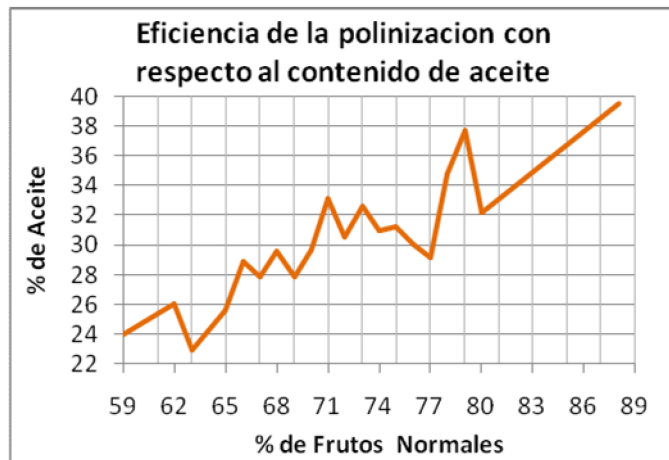
Cuando el racimo alcanza el contenido máximo de aceite dando un tiempo prudente de 20 días, la cantidad de frutos sueltos que tienen que recogerse y que se podrían perder fácilmente, es baja, por encima de este tiempo se convierte en una labor costosa comercialmente y causaría problemas prácticos, esto debido a que el numero de frutos sueltos aumenta considerablemente y se requiere de la contratación de personal para realizar esta labor.

- **Color de pulpa en frutos fértiles:** El color del mesocarpio o pulpa en los frutos de palma de aceite Alto Oleico son poco perceptibles, esto se muestra en el anexo 1, el color varía desde un verde-naranja en el inicio de la lipogénesis, variando a un color naranja pálido y terminando en un color naranja – rojizo brillante, no obstante en los días previos a la madurez que comprende un rango de 10 días aproximadamente la variación de color en el mesocarpio es poco perceptible, dejando el color de la pulpa como una variable de poco uso que puede servir en casos en que los criterios son poco claros.

- **Eficiencia de Polinización:** El material Alto Oleico en condiciones naturales presenta un cuajamiento de fruto escaso debido a la baja viabilidad del polen y probablemente las inflorescencias parecen ser menos atractivas a los insectos polinizadores especialmente para el gorgojo polinizador (*Elaeidobius Kamerunicus*). En ocasiones se observa un cuajamiento razonable de fruto en híbridos, pero esto puede ser causado por el polen de *E. Guineensis* de las parcelas vecinas de esa especie.

Para el material Alto Oleico la eficiencia de polinización en condiciones naturales, se encuentra en un 39%, (este dato basado en estudios anteriores para Tumaco en la plantación Palmas del Mira), por ende es necesaria la realización de una polinización asistida para cultivos comerciales y presente en este ensayo. En análisis realizados para racimos sin polinizar en las 3 plantaciones pertenecientes a Palmeiras Colombia S.A, se obtuvieron resultados de contenido de aceite superiores al 30% en su gran mayoría, aunque el tamaño de estos racimos no supera los 5 Kilos, realmente es claro que la contribución de la polinización está directamente relacionada con el tamaño del racimo.

Grafica 12. Eficiencia de la polinizacion en los lotes evaluados.



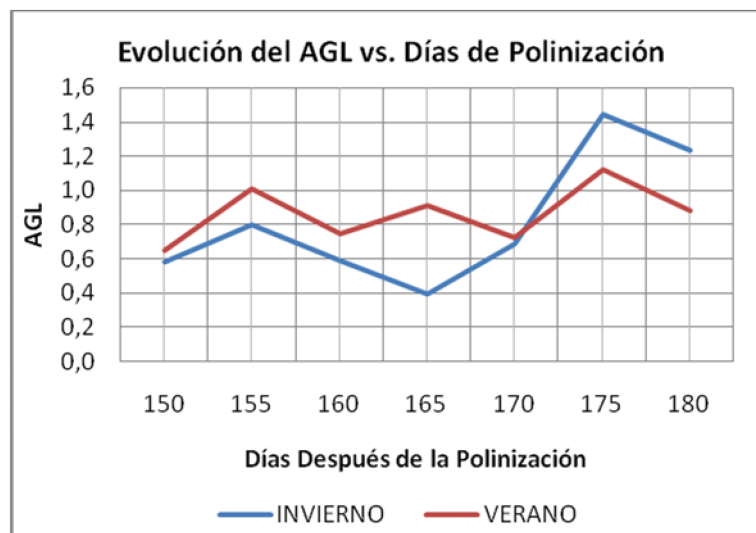
FUENTE: luz Karime Montoya P

La eficiencia en la polinización es medida con respecto al número de frutos normales encontrados en el racimo, basados en esto podemos determinar porcentaje de frutos normales encontrados mediante el análisis de fruit set versus los partenocarpicos y abortos, se espera que estos últimos se den en un mínimo porcentaje o su presencia sea nula. La eficiencia en la polinización y según informes de la hacienda la cabaña, empresa que tiene un amplio conocimiento y experiencia en polinización asistida el objetivo de la polinización, es mantener un nivel de conformación de racimo superior al 70% en peso de frutos normales.

Mediante los datos arrojados por los análisis de fruit set durante la investigación de criterios de cosecha se logro establecer una eficiencia en la polinización del 70.2%, teniendo en cuenta los factores fisiológicos y patológicos que influyen en la producción de inflorescencias femeninas y las reciente incursión en las polinización asistida en la región de Tumáco , este dato es lo suficientemente alentador para la empresa; Sin embargo para finales del periodo de práctica se realizaron análisis solicitados por la empresa y estos resultados fueron superiores aumentando en un 5%; esto probablemente por el aumento en la experiencia en las operarias y a que los lotes empleados para este estudio son de mayor edad, variable que influye de manera directa en este factor⁸.

- **Ácidos grasos libres:** la extracción de aceite rojo de palma no tiene como objetivo único la obtención de la máxima cantidad de producto sino también de la producción de un aceite de excelente calidad, por lo tanto es necesario considerar en este estudio la cantidad de ácidos grasos libres presentes en la palma de aceite Alto Oleico durante el desarrollo y después de la cosecha; Los ácidos grasos libres (A.G.L), deterioran la calidad del aceite por acción enzimática, pueden formarse por acción autocatalítica, por la enzima lipolitica lipasa del fruto de la palma o por lipasas microbianas.

Grafica 13. Evolución de ácidos grasos libres durante el tiempo de evaluación.



FUENTE: luz Karime Montoya P

El aceite de fruto fresco a los 140 días se mantiene por debajo del 0.6% y permanece oscilando entre 1.0% y 0.4% durante los 21 días que se tiene de ciclo para realizar la recolección del fruto, después de los 170 días el contenido ácidos

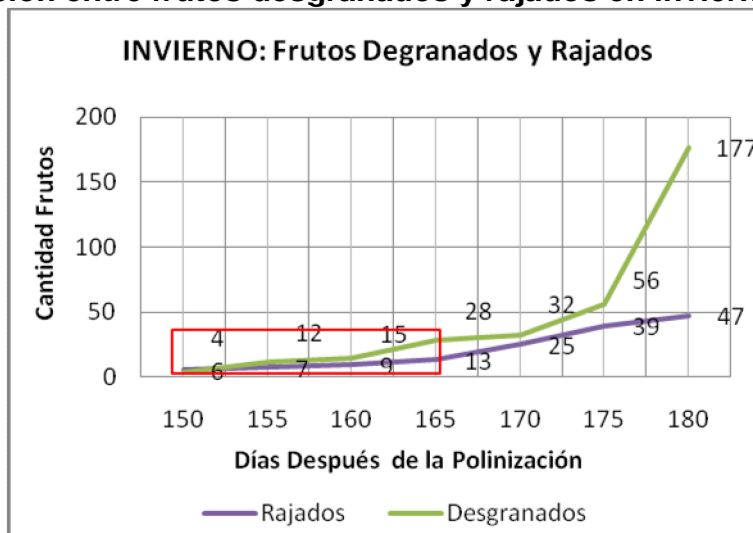
⁸ C.W.S. Op. cit.

grasos libres aumenta sin ser este dato alarmante para el fruto de palma de aceite ya que los límites permitidos para este producto se encuentra en el 5% en aceite rojo, sin embargo durante el la primera fase del procesamiento este aumenta el 2% aproximadamente, debido al rompimiento de las membranas de la vacuolas las cuales protegen la grasa de la acción de las lipasas, no obstante la encima se inactiva completamente con el aumento en la temperatura (superior a 55°C)

5.1.3 Análisis Entre Criterios:

Frutos desgranados y rajados: el comportamiento de los frutos rajados en el tiempo para época de invierno es similar al de los frutos rajados, iniciado el periodo de madurez en el fruto de palma de aceite Alto Oleico, por ende teniendo en cuenta la facilidad en la observación de ambos criterios se puede hacer uso de los dos criterios para la cosecha de los racimos, sin embargo es necesario hacer aclaración que en periodo de cosecha en tiempo es de 150 días el numero de frutos rajados es de 6 versus 4 frutos desgranados; teniendo en cuenta un periodo prudente para evitar problemas en los ciclos, y que es claro que en la práctica estos ideales son imposibles, se diría que es necesario tomar a partir de 3 frutos rajados o 1 desgranado; en adelante el comportamiento de los dos criterios es similar con una diferencia prudencial, sin embargo en el momento en que inicia la senescencia el numero de frutos desgranados se dispara y el numero de frutos rajados se detiene consecuencia de ambos sucesos es la deshidratación del fruto , la cual se ve claramente tanto en laboratorio con los datos de humedad y en campo con la evidencia física de marchitamiento de los frutos.

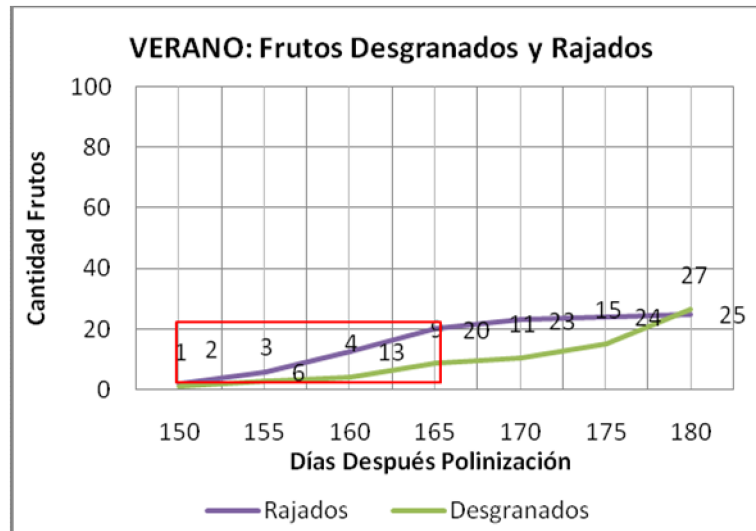
Gráfica 14. Relación entre frutos desgranados y rajados en invierno.



FUENTE: luz Karime Montoya P

A partir de los 160 días, punto medio del ciclo de 21 días, se inicia un incremento poco marcado en el número de frutos rajados y desgranados, y posterior a esto la cantidad de frutos tanto rajados como desgranados aumenta sin presentar un aumento alarmante hasta los 170 días cuando se nota el comienzo de la senescencia.

Grafica 15. Relación entre frutos desgranados y rajados en verano.

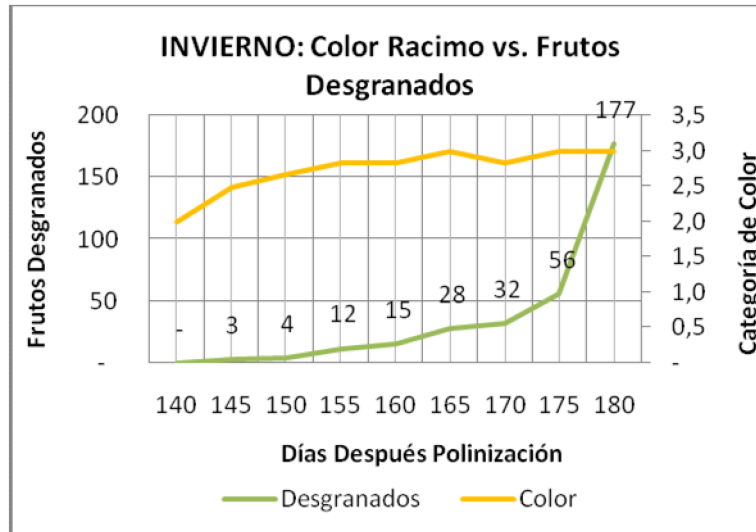


FUENTE: Palmeiras Colombia S.A.

Durante el periodo de verano el comportamiento de los criterios de rajado y desgranado se invierten, teniendo más frutos rajados para este periodo que frutos desgranados, el desgranamiento es menos marcado, sin embargo vale aclarar que la diferencia teniendo en cuenta que el punto máximo de la litogénesis se da a los 155 días no es muy representativa, tomando como opción el manejo del mismo criterio para ambos periodos.

- **Color de racimo y frutos desgranados:** generalmente en el momento en que los racimos completan su nivel de carotenos, el máximo contenido de aceite ha llegado a su máximo contenido o está cerca.

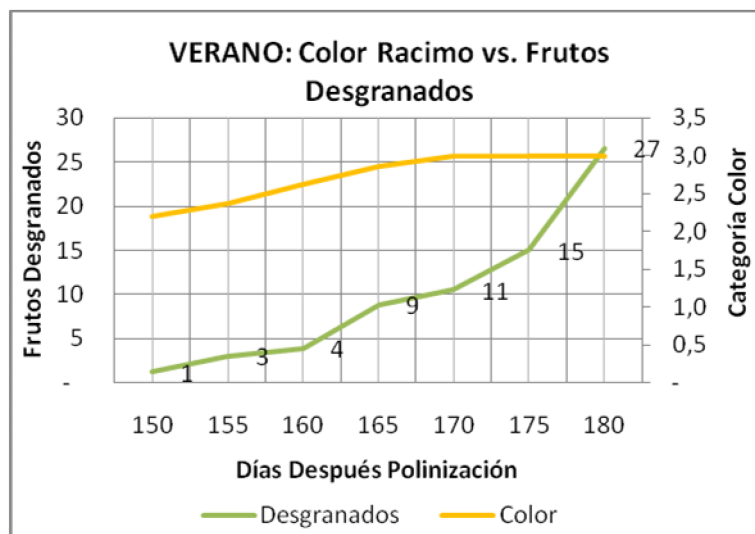
Grafica 16. Relación entre color del fruto y frutos desgranados en invierno.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

Terminado el proceso de lipogénesis en el racimo, este inicia un proceso de abscisión de los frutos por ello la relación tan clara entre ambas variables; se puede tener en cuenta que los dos criterios pueden ser validos para la determinación de la cosecha sin embargo el color del fruto debido a los múltiples colores dados en la variedad alto oleico puede llevar a la determinación del no uso de esta variable como criterio de cosecha.

Grafica 17. Relación de color del fruto y frutos desgranados en verano.



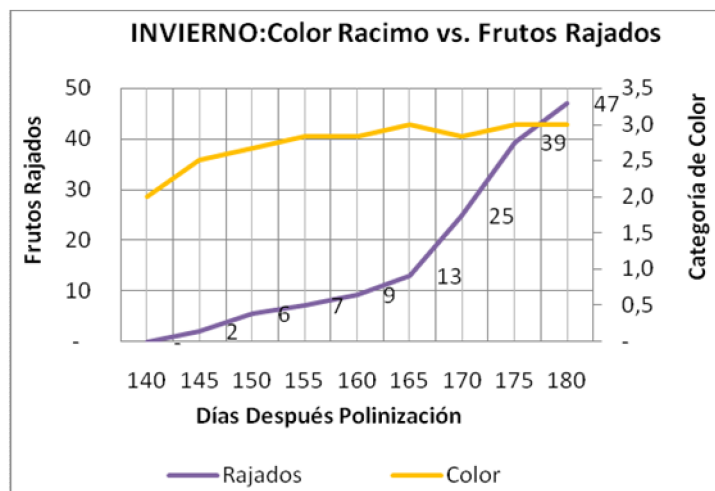
FUENTE: Palmeiras Colombia S.A.

Se observa también que el color es relativo, depende del operario, sin embargo el color del racimo es muy útil para ayudar la cortero a hacer el acercamiento a la palma y seguido a esto hacer la evaluación de su estado de madurez con el criterio determinante del corte.

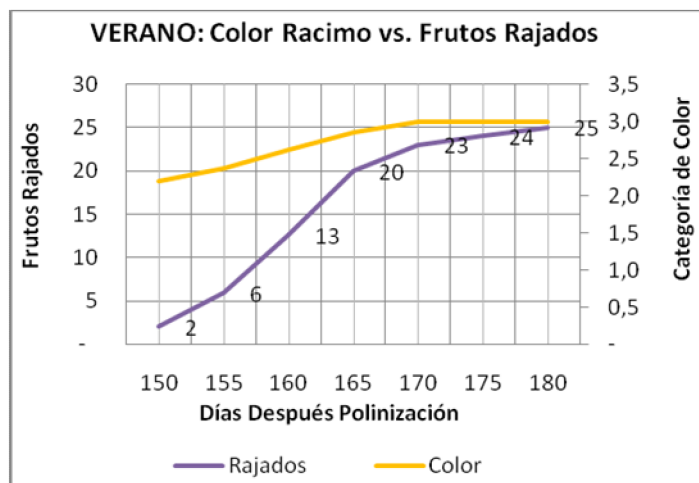
El comportamiento de los dos criterios es similar para los periodos de invierno y verano, teniendo en cuenta que la llegada o manifestación de estos se dan en tiempos diferentes según corresponda a periodo estacional.

- **Color de racimos y frutos rajados:** Al igual que con el criterio de frutos desgranados el color y los frutos rajados tienen el mismo comportamiento a través del tiempo es claro que el racimo de palma de aceite alto oleico expresa su óptimo estado de madurez o su proximidad con a estas variables, pero es concluyente determinar cuál de estas se acerca o está más ligada con el máximo nivel de contenido de aceite en el racimo, o en su defecto hacer una compilación de las dos y optimizar los criterios de cosecha.

Grafica 18. Relación entre color del fruto y frutos rajados en verano e invierno.



FUENTE: luz Karime Montoya P y Palmeiras Colombia S.A



FUENTE: luz Karime Montoya P y Palmeiras Colombia S.A

5.2 ANÁLISIS DE DESARROLLO DE RACIMO

Partiendo de que los productos comerciales de palma de aceite depende del fruto, los hábitos de floración y fructificación son de interés e importancia primordiales, ya que de esta manera dan a conocer el comportamiento y evolución del fruto, por ello este estudio hará un seguimiento parcial del desarrollo del racimo de Palma de aceite Alto Oleico y así estar alerta a los cambio significativos durante su madurez.

En la axila de de cada hoja de la palma se inicia la formación de una inflorescencia, aunque algunas abortan antes de la emergencia. Cada inflorescencia es una espiga compuesta que continua sobre un pedúnculo fuerte de 30 a 45 cm de largo. Las espiguillas que están unidas a un raquis central están dispuestas en espiral, en una forma que varia tanto con la edad como con la posición en el raquis. Una espata inferior y una exterior encierran apretadamente la inflorescencia, hasta unas semanas antes de la antesis cuando la espata interior empieza a abrirse; la espata exterior es abierta por la persona encargada de la polinización. El número de espiguillas y de flores por inflorescencia varía enormemente de una palma a otra.

Para la realización de este estudio se llevo a un análisis que partió desde los 4 días anteriores a la antesis en donde se encontraron los siguientes resultados:

La inflorescencia indica un leve aumento en la temperatura interna del racimo de 2°C en los días previos a la antesis, el día cero la inflorescencia entra en antesis emitiendo un ligero aroma a anís, en este momento la operaria encargada de realizar la polinización aplica una mezcla de polen de palma *elaeis guineensis* y talco inerte en una relación de 1:10, usando 1.8gr de polen por inflorescencia, la aplicación se realiza alrededor de esta, procurando que sea completamente

uniforme, para realizar esta labor es necesario previamente haber roto la espata exterior la cual permanece durante la antesis, la operaria marca la hoja en la cual se recostara el racimo desarrollado con la fecha en que se le hizo la polinización.

Los cambios manifestados a través de los días posteriores a la antesis y la correspondiente polinización asistida son únicamente en tamaño; La formación de mesocarpio es casi inmediata después de la antesis, aproximadamente 5 días después, a los quince días de desarrollo se encuentra un racimo con indicios de formación de almendra y cuesco, de aproximadamente 8 a 10 milímetros de alto, la temperatura interna del racimo en formación se encuentra al ambiente.

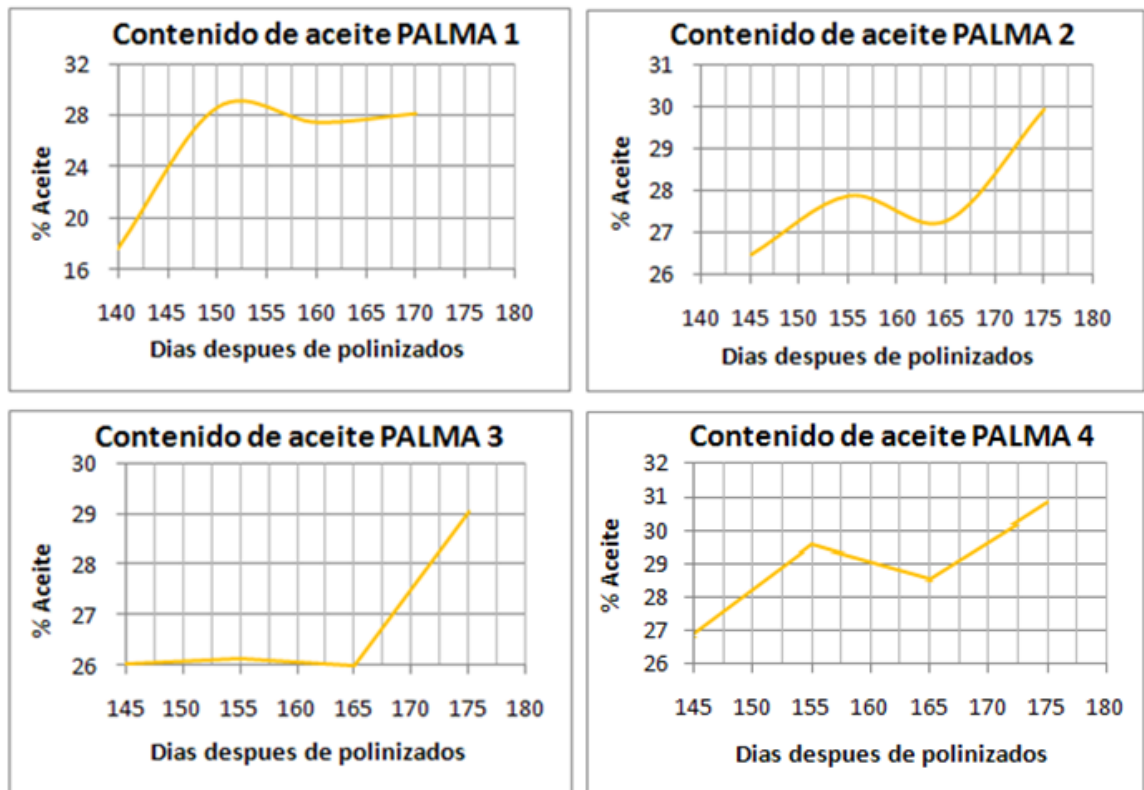
A los 30 días tenemos frutos con un promedio de 2.2 cm de largo por 1.2 cm de ancho lo que nos indica que el proceso de desarrollo en tamaño y en peso aun no ha concluido, la producción de aceite en este instante del desarrollo es muy lento; la formación de la almendra a las 8 semanas después de la antesis se encuentra aún en estado liquido para los frutos normales, con su respectiva endocarpio formado, para luego tornarse a un estado semigelatinoso.

A los 90 días después de la antesis, los racimos continúan aumentando de tamaño y de peso, la nuez se encuentra completamente formada y el cuesco lignificado. A partir de los 110 días después de la antesis el racimo inicia la lipogénesis, después de haber terminado el desarrollo fisiológico del mismo la formación de aceite inicia de forma exponencial, la formación de carotenos inicia a las 110 días lo que evidencia la síntesis de ácidos grasos en el racimo, posterior a esto a los 130 días se realiza un análisis de laboratorio y se encuentra un contenido de aceite del 14%, a los 140 días se incrementarse en 30% con un contenido de aceite del 22.5%, (promedio para los dos periodos, invierno y verano), este proceso se detiene a los 150 días (en invierno) después de la polinización, posterior a esto el racimo empieza a desgranar y sufrir un rajado de sus frutos, esto por un periodo de 20 días, a los 170 días la deshidratación se evidencia y el racimo sufre un sobredesgranamiento, a los 180 días el racimo tiene un 15% o 20% de sus frutos sueltos o más en algunas ocasiones.

5.3 ANÁLISIS POR PALMA

Cada palma de aceite al igual que cualquier especie vegetal o animal tiene comportamientos individuales de desarrollo pero generalmente todos manejan un mismo patrón, el cual se rige para todas las plantas o animales de su misma especie; brindando la capacidad para predecir estadísticamente ciertas variables de comportamiento necesarias para efectuar como en este caso las labores de cosecha.

Grafica 19. Evolución de contenido de aceite por palma



FUENTE: luz Karime Montoya P.

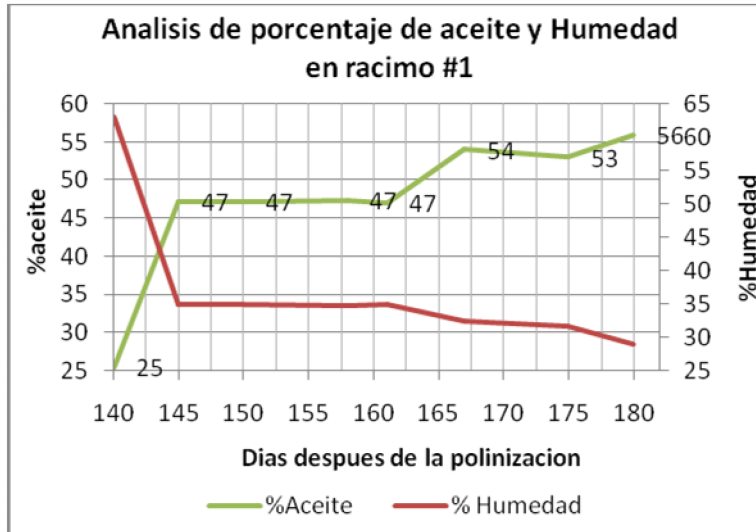
La grafica para el seguimiento de una misma palma con 4 diferentes racimos a diferentes tiempos tiene la misma tendencia que la grafica realizada para el ensayo principal, lo que ratifica que el comportamiento de la lipogénesis es igual al obtenido en el análisis general; el patrón de comportamiento evolutivo en el desarrollo y senescencia de los racimos por palma es el mismo observando en el ensayo general; la lipogénesis termina a los 150 días aproximadamente después una síntesis un poco acelerada (indicada por una pendiente muy marcada), este proceso se detiene e inicia la “latencia” y luego se inicia el periodo de deshidratación a los 170 días aproximadamente después de la antesis.

5.4 ANÁLISIS POR RACIMO

La realización de este ensayo se llevo a cabo con el objetivo de tener mayores bases para concluir con un criterio de cosecha adecuado, el que se ajuste más a las condiciones optimas de madurez en el racimo; a los dos racimo analizados se les extrajeron 80gr en frutos, cada 5 días empezando desde los 140 días, se

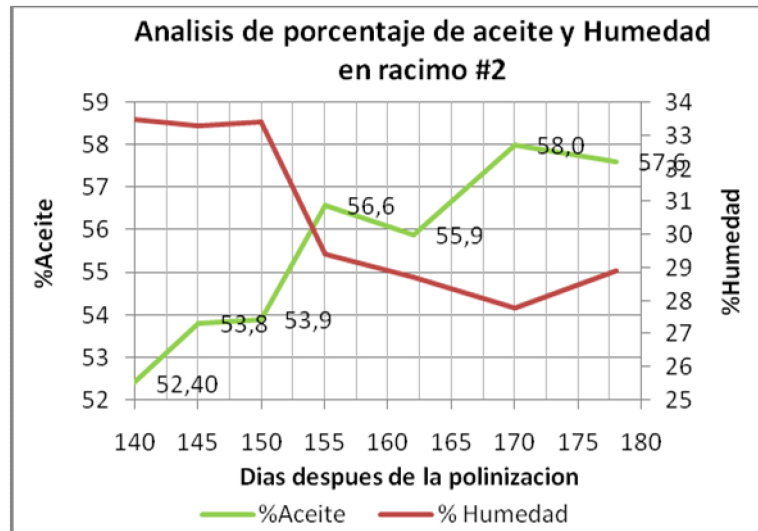
realizo análisis de contenido de aceite en mesocarpio, con esto se realizo la curva de porcentaje aceite en el tiempo y se obtuvo lo siguiente.

Grafica 20. Contenido de aceite en racimo #1 en el tiempo.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

Grafica 21. Contenido de aceite en racimo # 20 en el tiempo.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

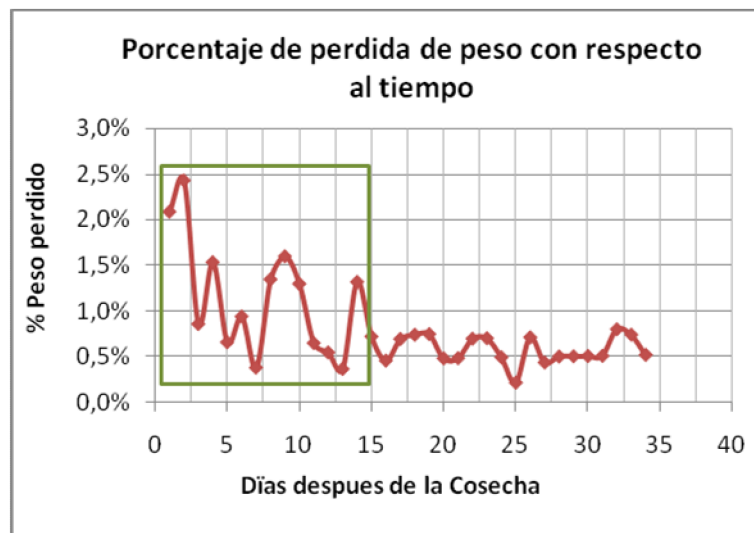
Observando las dos graficas conseguidas es claro que la tendencia sigue siendo igual, lo que nos confirma que tenemos un alcance de la madurez y posterior a esto el racimo detiene su producción de ácidos grasos y durante 20 días el racimo

se encuentra de alguna manera en estado latente sin perder de sustancialmente sus características organolépticas; esto permite al productor tener una tranquilidad para alargar los ciclos a 21 días sin que esto genere la pérdida de la calidad del aceite, ni el aumento en gastos por mano de obra.

5.5 VARIABLES POSTCOSECHA

Durante el manejo postcosecha de la frutas se pueden generar pérdidas del 40 % del total cosechado. Los factores que determinan las pérdidas se agrupan en biológicos y ambientales, estos últimos aceleran el deterioro de los productos entre los factores biológicos que causan el deterioro de las frutas se incluye la respiración, producción y acción del etileno y cambios composicionales (color, textura, aroma, sabor y valor nutritivo); desórdenes fisiológicos, daños por macro y microorganismos. También se incluyen los daños mecánicos y el déficit hídrico. La intensidad del deterioro biológico depende de los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y composición atmosférica (Kader, 2005).

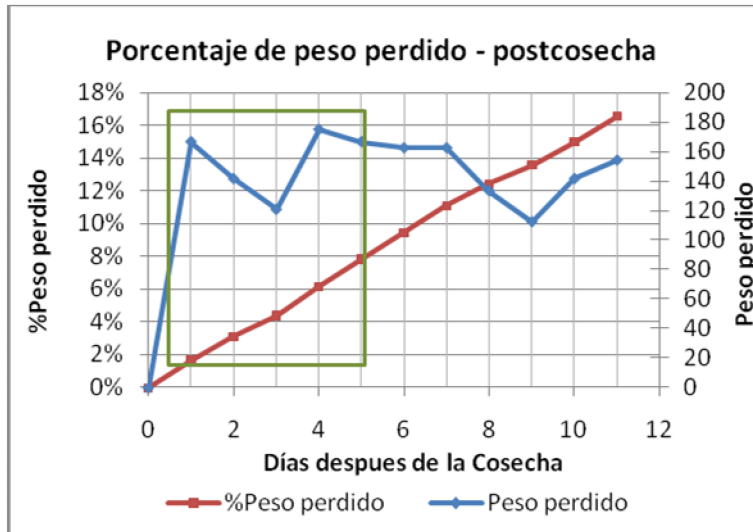
Grafica 22. Pérdida diaria de peso durante la postcosecha.



FUENTE: Iuz Karime Montoya P.

El racimo de palma alto oleico pierde 1.63% de peso promedio después de 24 horas de ser cosechado, la pérdida de peso por racimo de fruta fresca es constante durante los 21 días de seguimiento.

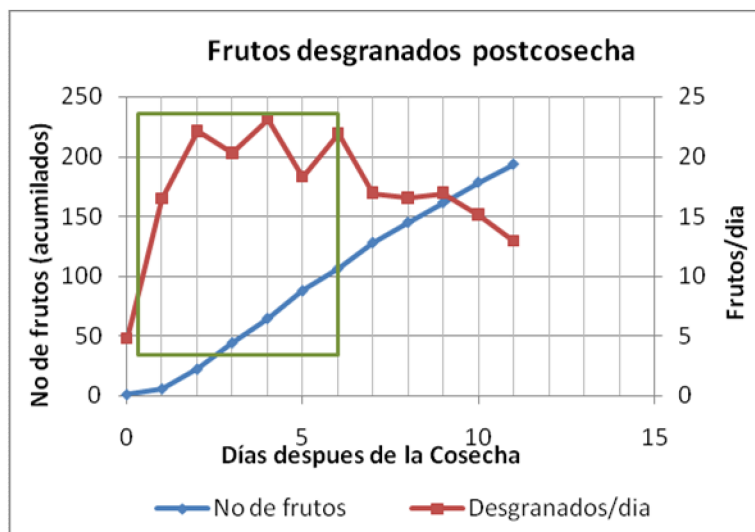
Grafica 23. Pérdida de peso acumulada durante la postcosecha.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

El desprendimiento de fruto es el mismo para todos los rangos de cosecha, perdiendo un número considerable de frutos diario de 2% hasta el quinto día; día en el cual el desprendimiento es del 100%, sin embargo debido a la estructura del racimo los frutos no se sueltan del pedúnculo gracias al apiñamiento, pero al sufrir una movimiento fuerte estos se desprenden del raquis del racimo, este efecto se vería reflejado en el momento de caer en la tolva de la planta extractora, o al ser arrojado en el vagón de transporte.

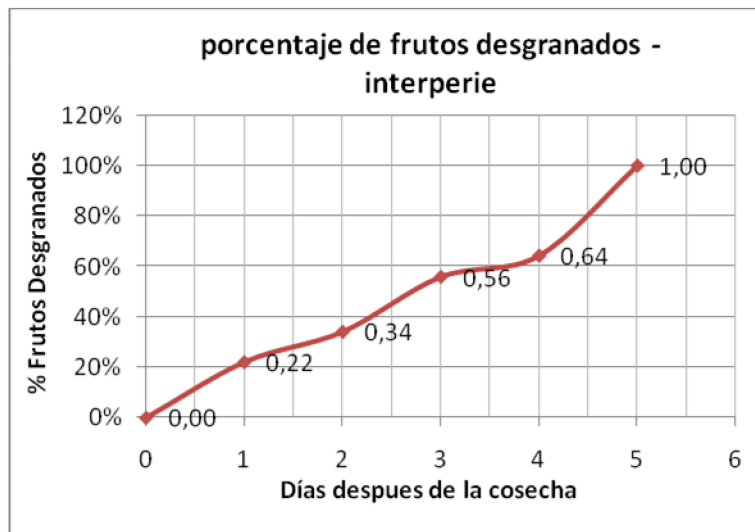
Grafica 24. Frutos desgranados diarios durante la postcosecha



FUENTE: luz Karime Montoya P.

Teniendo en cuenta el precio actual de aceite de palma de aceite, el cual aumenta gradualmente, es prudente evitar el prolongado almacenamiento del fruto, ya sea bajo sombra o a la intemperie, debido a que en ambos casos las pérdidas de peso son elevadas, el fruto que se almacena a la intemperie debido a las lluvias no muestra una pérdida de peso correcta, sin embargo al perder el agua que gana durante la lluvia, la deshidratación empieza a ser evidente.

Grafica 25. Frutos desgranados a la intemperie en la postcosecha.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

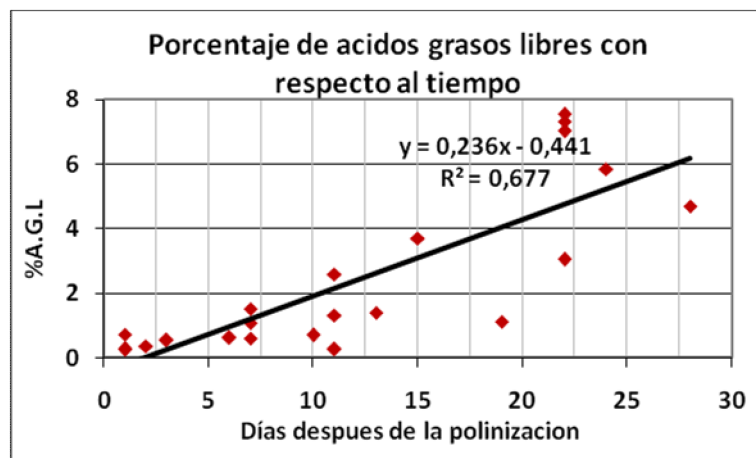
Grafica 26. Frutos desgranados bajo sombra en la postcosecha.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

El desgranamiento de fruto extremado, hace que se aumente los controles en la cosecha para evitar que se quede fruto en campo, ya que en el momento de ser encontrado (después de la labor), este ha sufrido una gran pérdida de peso y el numero de frutos desprendidos es muy alto, lo que implica la pérdida de tiempo en la recolección o en su defecto la pérdida total del racimo, en cuanto al incremento en los ácidos grasos libres empieza esto a ser menos traumático pero esto no significa que sea menos importante y delicado.

Grafica 27. Evolución de ácidos grasos durante la postcosecha.



FUENTE: luz Karime Montoya P.

Los análisis de porcentaje de ácidos grasos libres, indican que el incremento en este es muy lento, teniendo racimos con un %de AGL de 1.07% a los 7 días después de la cosecha en racimos almacenados a la intemperie, los racimos bajo techo aumenta su contenido de AGL a los 11 días; lo que amplía de manera significativa el ciclo de almacenamiento en los racimos de este material, sin incrementar la acidez por más de 7 días.

5.6 CAPACITACIÓN A PERSONAL DE COSECHA

A pesar de que los criterios de cosecha se han conocido en forma general durante muchos años, el criterio para cosechar un racimo, ha seguido siendo arbitrario y ha variado ampliamente de una plantación a otra, y teniendo en cuenta que este es un material nuevo a nivel regional y en la plantación de Palmas del Mira, es mucho más complejo manejar la capacitación del personal que maneja una material diferente el cual presenta tendencias que difieren demasiado de la variedad guineensis.

La capacitación se enfocó en el proceso que asegura la calidad y el buen manejo de la cosecha, puntualizando en los criterios de cosecha los cuales aseguran el corte en el momento adecuado del fruto por parte de los operadores, y del protocolo de cosecha el cual indica los procedimientos a realizar durante la labor en campo teniendo en cuenta el trato de los animales usados en dicha labor; estas capacitaciones fueron de índole teórico/práctico.

Mediante el uso de presentaciones informáticas se llevaron a cabo las capacitaciones realizadas a los operarios, se realizó una primera capacitación al personal antiguo el cual venía realizando la labor básicamente sin criterio específico, se tenía como criterio alternativo el tiempo de polinización con 150 días, sin embargo este criterio es muy difícil de manejar, con la probabilidad de que el operario, no respete dichas fechas y sea más difícil de ejecutar un castigo, además tenemos que los frutos de una planta generalmente no maduran todos en un mismo periodo lo que implicaría mayores riesgos en la cosecha con grandes pérdidas económicas.

Posterior a las capacitaciones teóricas se procedió a efectuar capacitaciones en campo donde se guió tanto a cosecheros como a muleros sobre el criterio y se realizaba especificación en las características particulares de la rajadura del fruto y del fruto desgranado por efectos de madurez; en estas capacitaciones se hace aclaración en cuanto al desgranamiento del fruto debido a que los racimos de palma de aceite, en especial de este material tiene una particularidad en el desarrollo de los frutos, se trata del aborto, esto por mala o no polinización, hay un fruto que se aborta antes de su madurez, es muy importante hacer énfasis en esto, aclarando que un fruto desgranado por aborto es de color negro y/o café; el acompañamiento al personal es permanente durante el tiempo restante a la capacitación.

Eventualmente se hace la contratación de personal nuevo al cual es ineludible capacitarlo antes de iniciar a cosechar en la plantación, hacerles conocer el protocolo de cosecha manejado en Palmeiras Colombia S.A, y hacer conocer a los nuevos operarios sus obligaciones con la empresa, el procedimiento de capacitación es el mismo manejado con los operarios antiguos, Incluso después de un programa de orientación; en pocas ocasiones los nuevos empleados están en condiciones de desempeñarse satisfactoriamente. Es preciso entrenarlos en las labores para las que fueron contratados. La orientación y la capacitación pueden aumentar la aptitud de los trabajadores para desarrollar la labor

Durante las capacitaciones teóricas se realizaron evaluaciones en las cuales se identificaba las falencias en el personal para así mismo realizar una profundización en el tema, es necesario que el personal tenga muy claro los criterios de cosecha y el protocolo; realizando un buen proceso de cosecha podemos ejecutar mejor y más eficientemente la labor, además procuramos que el cortero sea más disciplinado y maneje mejor los métodos y tiempos.

6. LOGROS Y BENEFICION DEL TRABAJO REALIZADO DURANTE LA PASANTIA

El proyecto de investigación llevado a cabo durante esta pasantía es un concepto obligatorio en cualquier plantación o empresa dedicada al trabajo agrícola. El manejo de criterios de cosecha en una empresa diferencian entre el éxito o el fracaso de una empresa; un racimo cosechado antes o después del tiempo establecido de madurez optima puede generar pérdidas económicas que se pueden prevenir con una cosecha adecuada; el racimo que se cosecha antes del tiempo no llega a generar el contenido de aceite optimo o al cual tenía que llegar en el nivel máximo de lipogénesis, y un racimo cosechado después de el tiempo requerido genera pérdidas por sobre desgranamiento lo que implica la contratación de personal extra o la perdida de la eficiencia en la labor por pérdida de tiempo en la recolección de los frutos sueltos.

Existe estudios de determinación de aceite en diferentes plantaciones en Colombia con este material, pero conociendo que los criterios pueden variar de una plantación a otra, es necesario llevar a cabo esta investigación a nivel regional y local, en este caso específicamente Palmeiras Colombia S.A, para conocer el punto determinado de cosecha que permita una cosecha adecuada con ciclos pertinentes; los resultados del proyecto muestran que la aplicación y el seguimiento de las regulaciones de cosecha son obligatorios, y la presión sobre los operarios ha hecho que el tendencia de cortar cantidad y no calidad sea eficiente, dándoles a conocer que la pérdida es para todos no solo para la empresa, de lo anterior se deriva la trascendencia del proyecto y efectividad a través del tiempo.

Durante la primera fase del proyecto además de evaluar sistemáticamente el comportamiento de este material se realizaron los análisis correspondientes para conocer fisiológicamente cómo evoluciona el nivel de contenido de aceite y la relación con los aspectos físicos del fruto. Lo más trascendente del proyecto es que, se visualiza el cambio en la producción con la obtención de racimos con un contenido de aceite adecuado, a partir de que se dio a conocer entre el personal involucrado en la labor los requerimientos para una buena cosecha; los principales logros de este proyecto han sido los siguientes:

- ✓ Se realizó una evaluación de las características físicas de racimo de palma de aceite Alto Oleico en Tumáco, enfocado al sector agroindustrial. Esto incluyó un estudio sistemático del análisis de racimo vinculado a la tasa de extracción de aceite y relacionados con la eficiencia de la polinización y el aumento en el contenido de ácidos grasos libres; esta información provee un marco de referencia de este material en la Zona, de los diferentes factores que intervienen en la evolución, y que debe considerarse como base en la planeación de las actividades futuras.

- ✓ Con los estudios de este material, se caracterizaron y analizaron las principales componentes del proceso de desarrollo que inciden sobre la madurez, y los principales métodos de manejo.
- ✓ Manejo e implementación de criterios de cosecha en palma de aceite Alto Oleico en la plantación Palmas del Mira, en racimos polinizados, mediante el desarrollo de capacitaciones en criterios de cosecha y protocolo en este material de palma, donde se formo a 40 operarios de cosecha, formalizando los criterios y la metodología que se debe aplicar para la realización de la labor. Uno de los objetivos del proyecto finalizado fue poner a la disposición de los operarios el conocimiento de la madurez óptima del racimo, de los métodos de cosecha y las variables que intervienen en la optimización y eficiencia de los procesos.
- ✓ Finalmente se realizo el seguimiento y acompañamiento al personal para optimizar la calidad, dando continuidad al proyecto mediante la supervisión de la labor, para que de esta manera se garantice la calidad.
- ✓ Se deja un manual simple de manejo de cosecha, que pueda ser de uso de los operarios, breve, conciso y preciso, ya que los operarios que trabajan en esta labor son personas que tiene bajo nivel de escolaridad o en algunos casos el nivel de escolaridad es nulo.

7. CONCLUSIONES

La maduración de los frutos de palma de aceite Alto Oleico asociada con la tasa de extracción de aceite, se da a los 150 días después de la polinización, en este momento el racimo inicia la abscisión de los frutos, por ello se establece que el criterio de cosecha es de un fruto desgranado.

Las tres variables examinadas están ligadas entre sí, llegando a una equivalencia en el mismo estado de desarrollo del racimo, a los 150 y 155 días después de la antesis en invierno y verano respectivamente, y logrando el equilibrio a los 165 días.

La variación esperada en el número de frutos sueltos antes de la cosecha, depende del tiempo que transcurra entre un ciclo de corta y el siguiente, entre mayor sea el ciclo mayor será el número de frutos sueltos.

Luego de una etapa de síntesis que dura entre 30 y 40 días, continúa otra etapa donde el incremento de aceite es casi nulo, llegando a ser constante a partir de los 170 días, después de esta edad no ocurre síntesis adicional, el aparente aumento en que se observa es producto de la reducción del contenido de humedad.

Se puede notar la relación de todas las variables de maduración con respecto al contenido de humedad en el tiempo, tanto color como rajadura y desgrane se relacionan con la llegada al máximo nivel de lipogénesis.

Al hacer la cosecha de un racimo que no ha cumplido su ciclo de madurez, estamos yendo en detrimento de la compañía esto gracias a que el sí en un racimo de 12 kilos en el que se esperaba obtener un contenido de aceite del 28% solo le obtenemos el 24% cosechándolo 8 días, en el momento el precio del aceite está fluctuando entre 1000 y 1300 dólares por lo tanto tenemos una pérdida del 4% en aceite lo que equivaldría a una pérdida en pesos del \$1056. Proyectando que se cosecharan 1 racimo verde con las mismas características por hectárea en un total de 600 hectáreas que corresponden a los lotes de Cuespi, se tendría una pérdida aproximada de \$108.768 en cada ciclo únicamente este sector.

Se puede concluir, con los datos que se han obtenido y relacionando con el precio actual de aceite de palma de aceite, el cual aumenta gradualmente, que es prudente evitar el prolongado almacenamiento del fruto, ya sea bajo sombra o a la intemperie, debido a que en ambos casos las pérdidas de peso son elevadas. El fruto que se almacena a la intemperie debido a las lluvias no muestra una pérdida de peso correcta, sin embargo al perder el agua que gana durante la lluvia, la deshidratación empieza a ser evidente.

El racimo de palma alto oleico tiene un nivel de desprendimiento de frutos del 100%, luego de 5 días de ser cortado y puesto en almacenamiento; pero su acidez no supera el 1% por lo cual no se podría considerar como racimo sobremaduro, lo que implicaría un posible cambio en el manejo de los castigos en las plantas extractoras.

Teniendo en cuenta las condiciones de almacenamiento a las que se expusieron los racimos evaluados, los niveles de acidez no se elevaron en el mismo grado que en la palma *E. guineensis*, la cual se acidifica dos veces más rápido según los datos obtenidos, lo que permite mayor tiempo de almacenamiento tanto a bajo sombra como a la intemperie sin perjudicar la calidad del aceite.

8. RECOMENDACIONES

Es preciso implementar castigos económicos o algún tipo de sanción que evite que los operarios realicen de manera inapropiada la labor, generando las pérdidas económicas que se han mencionado. Es preciso dar a conocer con valores a los operarios las pérdidas generadas por una mala labor, bien sea por la no recolección de frutos sueltos o por la cosecha de frutos verdes, esto con el fin de que reconsideren sobre responsabilidad que se maneja en la labor.

Es necesario la capacitación permanente a los operarios tanto en los criterios como en el protocolo

Evitar al máximo el almacenamiento prolongado del fruto cosechado, y si es almacenado hacerlo preferiblemente bajo techo, y mucho menos permitir dejar fruto en campo de manera prolongada en el piso, esto con el fin de evitar las pérdidas de humedad y el incremento en el %AGL, estos es preciso para evitar la pérdida de la calidad.

BIBLIOGRAFIA

ALBÁN SOLÍS, Elvis Gracianny - MONTEVERDE OLIDEN, Edson Yair. estructura del mercado de aceite de palma a nivel mundial. Talara – Perú. 2010. <http://www.ccartagena.org.co/investigaciones.php?c=2>

BASTIDAS LOPEZ. Edison delmar caracterizacion morfologica de palmas de aceite (elaeis Guineensisjacq.) Enfermas con pudricion de cogollo en la zona Palmera occidental.

BERNAL NIÑO. Fernando. El Cultivo de la Palma de Aceite y su Beneficio. Fedepalma. Colombia. 2004.

CHINCHILLA, Carlos M. Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* en America Central. (2007). Disponible en internet: <<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1989E/A1989E.PDF>>

C.W.S. Hartley. La Palma de Aceite. Ing. Eduardo Maldonado (trad). 1ra Edicion. Mexico: compañía editorial continental S.A. de C.V. Junio de 1983.

DURAN SUAREZ. Querubín. Influencia de la calidad de aceite de los racimos en el potencial de aceite. Cenipalma.2003.

EGAS CABRERA. Esneda. Asesoría técnica en el procesamiento agroindustrial a organizaciones campesinas productivas del municipio de Pasto. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Tesis de grado la Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2010.

FEDEPALMA. Centro de documentación. [En Línea] Historia de la Palma de Aceite. 2010. Disponible en internet: <<http://www.fedepalma.org/palma.htm>>

GRUPO FOMESA. [En Línea]. El fruto y su fisiología. Desarrollo fisiológico. 2011. Disponible en internet <http://www.fomesa.com/Calidad/Factores/F_02_02_2.htm>

HACIENDA LA CABAÑA. Aceite de Palma Alto Oleico. [En Línea]. Bogota. 2010. Disponible en internet. <<http://www.lacabana.com.co/cabana/admin/UserFiles/File/EI%20Hibrido%20de%20Palma.pdf.>>

HOUTART. François, Palma africana: un proyecto mundial socialmente y ecológicamente destructor Jun. [En Línea] 2006. Disponible en internet <<http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=2504&opcion=documento.>>

INTA. Instituto nacional de tecnología. Programa regional de madurez. [En Línea] 2010. Disponible en internet <http://www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/investigacion/poscosecha/programa_madurez/madurez_fisiologica.htm>

MINGORANCE, Fidel, Minelli, Flaminia, Hélène Le Du, EL CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA EN EL CHOCÓ. Colombia. Septiembre 2004.

R.H.V. Corley Y P.B. Tinker. La Palma De Aceite. Fedepalma. Cuarta edición. Edición. 2003.

ROCHA. Pedro Jesús. Sanidad de la palma de aceite en Colombia: Diagnostico e investigación integral Cenipalma. [En Línea]. (2007). Disponible en internet <<http://www.fedepalma.org/document/2007/7PRocha.pdf>>

SALAS. Rómulo E. La palma aceitera Africana. Universidad Central de Venezuela - Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 1992.

STERLING. Francisco. Y ALVARADO. Amancio. Determinación del estado de madurez del racimo de palma aceitera asociado con la máxima tasa de extracción de aceite. Agronomía costarricense, 17(2): 17 - 76 1993.

TORRES V. Marcelo, REY R Leonardo, GALVES. Fabio, y SANTACRUZ. Libardo. Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecificos *elaeis oleífera x elaeis guineensis*, en la plantación de Guaicaramo S.A. Palmas. Vol. 25 No especial, Tomo II. 2004.

ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico de Análisis de racimo

Pesaje y obtención de muestra



Pesaje de racimo



Picado



Pesaje de Muestra

Partes del racimo que salen del proceso



Pedúnculo

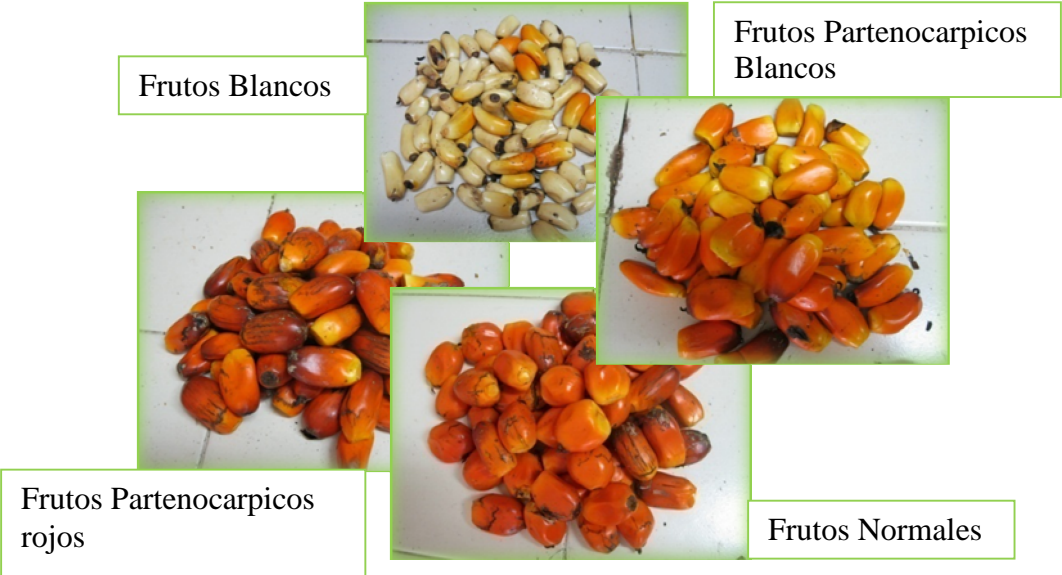


Espigas

Pesaje de muestra,



Tipos de frutos, muestra para análisis (200gr),



Obtención de muestra para secado



Mesocarpio



Almendra

Muestra seca:



Empacado de muestra:



Montaje de Soxhlet



Montaje equipo Soxhlet



Aceite extraído

Anexo 2. Fotos desarrollo de racimo

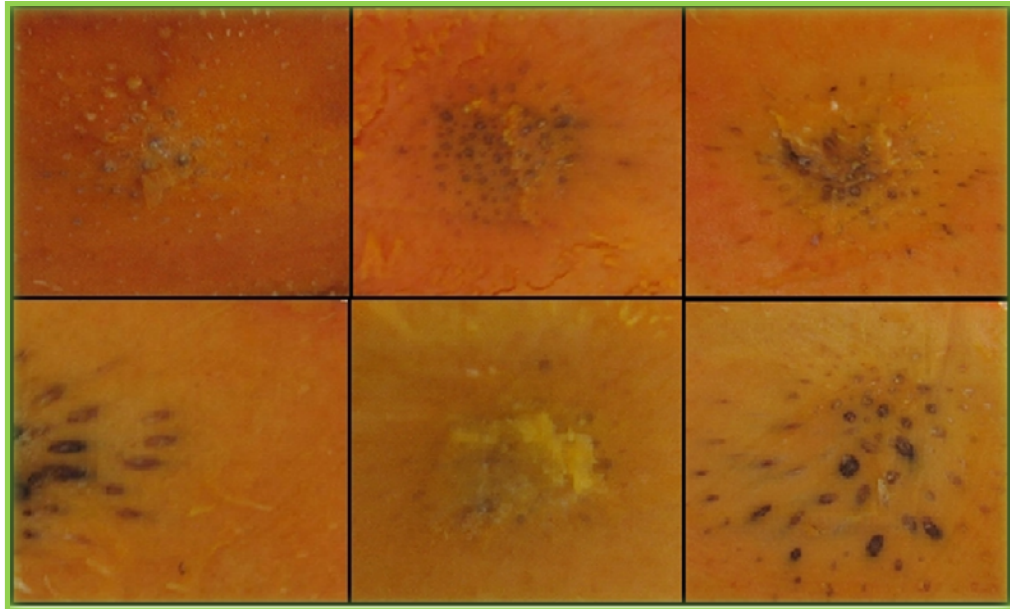


Anexo 3. Registro fotográfico trabajo en campo





Anexo 4. Color de pulpa



Anexo 5. Manual de Cosecha



MANUAL DE COSECHA EN PALMA ALTO OLEICO

La cosecha de los racimos en palma aceitera es considerada la operación más importante, delicada y costosa dentro de todo el proceso de producción.

Por: Palmeiras Colombia S.A.

PRESENTACIÓN

En el presente documento contiene el manual de cosecha en palma aceitera Alto Oleico en las Plantaciones de Palmeiras Colombia S.A, con el cual se llevara a capacitación del personal relacionado con el área de cosecha. En este documento se incluye los conceptos básicos para manejar los criterios y principios de la madurez del racimo.



CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	3
2. ANTECEDENTES	4
3. CONCEPTOS BÁSICOS	5
3.1 Palma Alto Oleico	5
3.2 Polimización Asistida	5
3.3 A.G.L (Ácidos Grasos Libres)	6
4. EL FRUTO	6
4.1 Partes del fruto	6
4.2 Color del Fruto	6
4.3 Forma del Fruto	8
4.4 Desarrollo del fruto	9
5. RACIMO ALTO OLEICO	10
5.1 Morfología	10
6. CRITERIOS DE COSAECHEA	12
6.1 Criterio por tiempo de polinizado	12
6.2 Criterio por Color	13
6.3 Criterio por desgramado	13
6.4 Criterio por rajadura	14
7. TIPOS DE RACIMOS SEGÚN SU ESTADO	15
7.1 Racimo Verde.	15
7.2 Racimo maduro.	16
7.3 Racimo sobremaduro.	17
7.4 Racimo podrido.	17
8. PROBLEMAS POR ERRORES EN LA	18
9. PARAMETROS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA COSECHA	19

INTRODUCCIÓN

La palma africana (*Elaeis guineensis* J.) ha representado en las últimas décadas la alternativa viable para solventar las demandas crecientes de materia prima oleaginosas en los países ubicados en la franja tropical. Su característica de especie perenne y alto potencial de producción, aunado, a su condición de cultivo conservacionista, puede representar para este país la mejor y más adecuada alternativa en materia prima oleaginosas para la alimentación humana y animal. Colombia como país tropical posee suelos, clima y hombre, factores determinantes que garantizarían el éxito y permitirían desarrollar masiva y comercialmente esta especie vegetal.

Sin embargo para poder hacer viable y productivo este negocio es necesario llevar a cabo medidas que garanticen la rentabilidad del cultivo, una de estas alternativas está en la medida en que el racimo produzca el máximo contenido de aceite, y esto se logra con el manejo de criterios de cosecha adecuados; Palmeiras Colombia S.A ha decidido realizar un estudio que garantice esto, bajo la supervisión de un ingeniero agroindustrial, con el fin de decidir cuál de los criterios de cosecha es el más adecuado, teniendo en cuenta las variables de color, desgranado y rajado en los frutos, y para lograr esto es necesario realizar un estudio de lipogénesis en el racimo, además de realizar un seguimiento de las variables de madurez nombradas.

ANTECEDENTES

Palmeiras Colombia S.A, es una empresa dedicada a la producción y extracción de aceite rojo de palma de aceite, es una de las empresas agroindustriales más importantes tanto a nivel regional como nacional en La producción de aceites de alta calidad, es una reconocida por su responsabilidad y compromiso social con la región y el país.

Esta empresa se inicia con la siembra, cultivo y cosecha de los frutos oleaginosos los cuales son procesados para la obtención de aceite rojo, Cuenta con 1500ha sembradas en híbrido de palma Alto Oleico las cuales están divididas en tres plantaciones, Araki, Palmeiras y palmas del Mira; La fase industrial comprende: a) la extracción de los aceites crudos y otros subproductos que se utilizan en diferentes industrias; Un primer vínculo se establece con la industria procesadora de alimentos balanceados para animales a través de las tortas lo cual se deriva del proceso industrial de extracción del aceite.

..

CONCEPTO BASICOS

Palma Alto Oleico

- ✓ Hibrido Interespecifico, entre *E. Oleifera* x *E. Guineensis*.
- ✓ Mayor porcentaje de aceite.
- ✓ Características diferentes a la *E. Guineensis* en cuanto a criterios de cosecha.
- ✓ Requiere de una polinización manual, "Polinización asistida"
- ✓ La Palma de Aceite Alto Oleico, antiguamente conocida como Híbrido de Palma, es una gran alternativa de siembra para la Palma por su gran tolerancia a las enfermedades y plagas propias de América Tropical.

Polinización Asistida: labor agronómica que se lleva a cabo en los materiales de palma que presentan las siguientes características.



- Baja población de flores masculinas por hectárea/semana (menos de dos flores)
- El material posee polen no viable.

Su objetivo es mantener una conformación de racimo superior al 70% en peso de frutos normales y frutos partenocarpicos rojos que producen aceite sobre el total del racimo.

A.G.L (Ácidos Grasos Libres)

Como cualquier otro tipo de aceites o grasas, el aceite rojo de palma aceitera se ve afectado por factores externos que comprometen su calidad, dentro de los que encontramos hongos bacterias, etc. Estos conducen a la alteración de las características sensoriales del producto y a la rancidez en el aceite.

EL FRUTO

partes del fruto

El fruto de palma aceitera está compuesto por las siguientes partes:



1. Exocarpio
2. Mesocarpio o Pulpa
3. Endospermo o Almendra
4. Endocarpio o Cuesco

Color del Fruto: la apariencia externa del fruto varía considerablemente en especial al madurar, y se conocen tres tipos de color predominantes; aunque el más común es el nigrescens.

Nigrescens:

- Violeta oscuro en el ápice
- Amarillo pálido verdusco antes de madurar.



Virescens :

- Verde antes de la madurez.
- Rojo-Anaranjado, el ápice permanece verdusca durante la madurez.



Albescens: carece de caroteno, son de dos tipos albo-migrescens y albo-virescens. en los cuales se encuentra diferencia en el ápice del fruto; el primero tiene el ápice de pardo oscuro a negro y el segundo verde, el resto del fruto es de color marfil y al madurar verde.

Color racimo Alto Oleico:

- Verde antes de la madurez.
- En la madurez color naranja rojizo



Forma del Fruto: son frutos de forma ovoide, compuesto por un endocarpio y mesocarpio, que varía según la variedad o material de palma.

Dura: Endocarpio o cuesco de 2 a 8 mm de espesor, 35 a 65% de mesocarpio,



Tenera: Cuesco de 0.5 a 4 ml de espesor. 65 a 95% de mesocarpio en el fruto.



Pisifera: sin Cuesco.100% de mesocarpio.



Alto Oleico: Cuesco de 3mm para frutos Externos, los demás frutos poseen 100 % de mesocarpio.

56% de mesocarpio en el racimo



Desarrollo del fruto: a partir de los 5 días después de la polinización el fruto inicia su formación en tamaño, el desarrollo fisiológico se da posterior a esto; a los 15 días se inicia la formación de la nuez. Inicialmente los frutos están compuestos principalmente de agua y carbohidratos, la síntesis del aceite en el mesocarpio inicia

aproximadamente a los 120 días y la madurez organoléptica se produce aproximadamente a los 150 a 155 días después de la polinización.

Al aumentar el contenido de aceite, la cantidad de agua disminuye. Y entre los 170 y 175 días de polinizado la calidad disminuye, fruto sobremaduro

Es necesario dar a conocer que el fruto de palma aceitera es *no climatérico*, lo que implica que una vez cortado el racimo, este detiene todos los procesos de maduración lo que implica que la formación de aceite se detenga y no se obtenga la cantidad proyectada.

RACIMO ALTO OLEICO

Morfología: el racimo de palma aceitera Alto Oleico puede alcanzar 50 o más centímetros de largo, por 35cm de ancho.

Está compuesto por:

- Pedúnculo.
- Pedúnculo de las espigas.
- Frutos normales.
- Frutos partenocarpicos rojos.
- Frutos partenocarpicos blanco.
- Frutos abortados.



Fruto Normal

Fruto de mayor tamaño, aproximadamente 2.5cm de alto y 2cm de ancho y 12.5 gr en peso.

posee nuez

Alto porcentaje de pulpa.

54% de contenido de aceite

Fruto Partenocarpico Rojo

Menor tamaño aproximadamente 2cm de alto, 1.5cm de ancho y 8gr en peso.

100% de mesocarpio.

Contenido de aceite de 51%.

Fruto Partenocarpico Blanco

Fruto de aproximadamente 3cm de alto; por 1cm de ancho y 3gr en peso; Carecen de Nuez; Gran porcentaje de mesocarpio

Fruto abortado: miden 1cm de largo por 0.5 de ancho, carecen de nuez y son de color blanco.

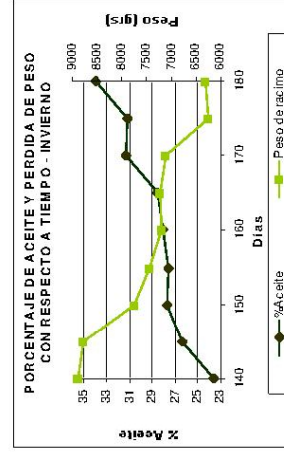
CRITERIOS DE COSECHA

La cosecha marca el final del crecimiento del fruto o el estado optimo de madurez, el cual debe ser determinado por medio de una variable que indique el punto optimo de la cosecha; en el caso de la palma de aceite alto oleico se encuentran 3 variables de posible uso

- Tiempo de polinización.
- Color.
- Rajadura de fruto.
- Fruto desgranado.

Criterio por Tiempo de Polinizado: se cuenta a partir del día de polinización y se toma un rango de cosecha que se encuentre en los siguientes tiempos

- Entre 150 – 155 días.
- 155 días verano.
- 150 días Invierno



Criterio por Color

El color de racimo de palma aceitera Alto Oleico, presenta una múltiple variedad de colores en sus racimos, sin embargo se establece un patrón que se conserva de manera global para todos los racimos con el cual se evaluó determinando una variable determinante en el color del racimo, en general se tiene que los racimos maduros tiene un patrón naranja-rojizo, el cual tiende a ser en ocasiones marrón, naranja, pardo, entre otros.

Criterio por desgranado

El desprendimiento de fruto no se presenta con el mismo incremento que en palma *guineensis*, este es menos marcado, sin embargo inicia el desgranado 5 días antes del periodo que se determino para el punto máximo madurez; a partir del desprendimiento del primer fruto el incremento en el desgranamiento se da por un periodo de 20 días de forma lenta, luego de este periodo; esto garantiza la prolongación de los ciclos a 21 sin tener inconvenientes con sobredesgranamiento de los frutos, lo que implicaría el incremento en el grupo de cosecha de 2 operarios a 3, con la persona que se encargaría de la recolección de estos frutos.



13

Criterio por Rajadura de Fruto

el material alto oleico presenta una característica particular durante el periodo de madurez, la rajadura del fruto tanto en la base como en las puntas, esta rajadura es profunda y bien marcada donde al hacer un acercamiento al fruto se hace visible el mesocarpio fresco. La rajadura tiene una profundidad de 1 a 2mm, es preciso hacer esta aclaración ya que en ocasiones se presenta otro tipo de rajadura en el ápice del fruto, este es muy superficial, se presenta por efectos del ataque del insecto raspador del fruto (*Demotixpa neivai Bondar*), es muy importante tener en cuenta la diferencia entre los dos tipos de rajadura, y que los operarios la identifiquen de manera clara.

La cantidad de frutos rajados en el racimo aumenta con respecto al tiempo de desarrollo; con valores entre 5 y 20% de frutos externos rajados, (tomando como base que el numero de frutos externos es de aproximadamente 100 frutos) el racimo se encuentra en su máximo nivel de aceite y continúa de forma ascendente hasta la deshidratación masiva, en donde la rajadura empieza a cerrarse. El porcentaje de frutos rajados después del 10% es muy variable entre palmas.



14

TIPOS DE RACIMOS SEGÚN SU ESTADO

Racimo Verde. Son racimos que tienen un color externo verde-naranja o naranja en algunos casos y el mesocarpio de los frutos es de color amarillo-verdoso; no presentan ningún fruto rajado, ni alvéolos vacío y si lo hay, no corresponde a un proceso normal de maduración



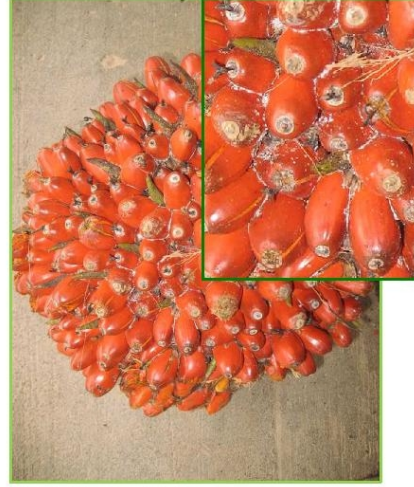
Análisis visual más concienzudo. Un racimo verde implica pérdida parcial o total del racimo y aumento en el porcentaje de humedad en la extracción.



Cero frutos rajados, cero frutos desgranados con algunos frutos verdes y verde-naranja



Racimo Maduro



Racimos con coloración externa naranja-rojiza o rojo intenso, (a criterio del cortero). Los racimos maduros tienen entre 5 y 20 frutos externos rajados en la base o en el ápice, o un fruto normal o partenocarpico desgranado (NO aborto); la rajadura por madurez en un racimo de palma alto oleico es profunda, de aproximadamente 1mm de profundidad, por la cual se ve claramente el mesocarpio del fruto.

Es preciso cosechar el racimo en su punto óptimo de madurez para evitar al máximo pérdidas económicas por la cosecha.

Racimo Sobremaduro: Un racimo sobremaduro es aquel que presenta más de 20 frutos desgranados naturalmente, se caracteriza por mostrar alto porcentaje de frutos rajados, y frutos con características deshidratación.



Racimo Podrido: Son racimos que han perdido su coloración rojo-amarillenta y han pasado parcial o totalmente a una coloración pardusca u oscura y presentan descomposición y malos olores



PROBLEMAS POR ERRORES EN LA COSECHA



En fruto verde:

Alto porcentaje de humedad en racimos verdes.

Perdidas en racimos con potencial de aceite.

En fruto sobremaduro:

Pedidas en racimos sobremaduros con %A.G.L alto.

Perdidas comerciales y de tiempo por racimos sobremaduros con gran cantidad de frutos desgranados.

Aumento de impurezas por recolección de fruto desgranado

En fruto podrido:

% de A.G.L alto

Pedúnculo tiene efecto esponja.

Presencia de microorganismos perjudiciales

PARAMETROS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA COSECHA

En general se debe: Evaluar principalmente en el campo.

1. Corte de racimos verdes.
2. Todos los racimos cortados sean llevados a los centros de acopio
3. racimos maduros dejados en la palma, (para el próximo corte van a estar podridos)
4. Corte del pedúnculo en forma de V o rasante para evitar la pérdida de aceite por absorción en el proceso de esterilización.
5. Racimos y frutos dejados en los círculos o platos de la palma, en las plazas de las vías y en los sitios de cargue.
6. Robo de racimo, No cortar hojas por problemas de *Rinchoforus palmarum*.
7. Evitar el maltrato del racimo para evitar aumento del %A.G.L

RACIMOS COSECHADOS NO RECOLECTADOS:

Teniendo en cuenta el esmero que hace el cortador para ubicar y cortar los racimos maduros, no es aceptable que el recolector deje algún racimo cortado en el campo.

