



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Esquema de manejo y supervisión de labores con el Sistema piloto “Click Palm” en una empresa palmera del municipio de Tumaco (Nariño)

ESTEBAN BURBANO ERAZO

SAN JUAN DE PASTO, OCTUBRE DE 2013



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Esquema de manejo y supervisión de labores con el Sistema piloto “Click Palm” en una empresa palmera del municipio de Tumaco (Nariño)

ESTEBAN BURBANO ERAZO

Pasantía empresarial como modalidad de grado para optar por el título de Ingeniero Agrónomo.

Asesor

JAVIER GARCIA ALZATE

SAN JUAN DE PASTO, OCTUBRE DE 2013



NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo son de responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo 1 del acuerdo No.324 de Octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño



Nota de aceptación:

ASESOR

JURADO

JURADO

San Juan de Pasto, 12 De Noviembre de 2013



RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la empresa Palmeiras Colombia S.A, ubicada en el municipio de Tumaco (Nariño), la cual cuenta con palma híbrida O X G sembrada a una distancia de 10 m al cuadro y una edad de cinco años. La investigación consistió en la aplicación del sistema piloto “click palm”, en la programación de labores del cultivo y cosecha. El programa permite observar el desarrollo de las labores de campo a través de un software que almacena la información transmitida por el operario que registra sus labores. Esta información se trasmite vía satelital y se almacena en una plataforma del sistema, permitiendo incrementar la calidad y el tiempo de supervisión de labores. El trabajo se dividió en dos fases; una que involucra las actividades de campo propias del cultivo de la palma de aceite y otra dedicado exclusivamente a las labores de polinización asistida del cultivo, actividad que hoy día hace parte de las labores culturales de toda plantación que tenga el híbrido O X G, así como su influencia en el rendimiento y producción de aceite alto oleico. Los resultados mostraron que el sistema “Click palm” es una alternativa promisoría en la supervisión e implementación de labores en una plantación de palma de aceite y su interacción con la tecnología; resaltando a la supervisión como labor definitiva en el desarrollo de los procesos. Así como también la importancia de seguir incursionando en el desarrollo de herramientas y estrategias que permiten incrementar la efectividad de las labores, especialmente cuando son actividades nuevas como en el caso de la polinización asistida, estandarizando conceptos, mediante la creación del protocolo para el desarrollo óptimo de la labor y capacitaciones a los operarios de esta actividad.

Palabras clave: Híbrido OxG, polinización asistida, “Click palm”, supervisión, aceite alto oleico.



ABSTRACT

The work was developed in the company Palmeiras Colombia SA, located in the municipality of Tumaco (Nariño), which has GOX hybrid palm planted at a distance of 10 m to the box and an age of five years. The research consisted of the implementation of the pilot system "click palm", in scheduling work of planting and harvesting. The program allows to observe the development of the field work through software that stores the information transmitted by the operator to record their work. This information is transmitted via satellite and stored on a system platform, allowing to increase the quality and supervision of work time. The work was divided in two phases; one that involves field activities own the cultivation of oil palm and another dedicated exclusively to the work of assisted pollination the crop, activity that today makes part of the cultural labors of any planting that have the hybrid OXG, well as its influence in performance and oil production high oleic. The results showed that the system "Click palm" is a promising alternative in the monitoring and implementation of work in oil palm plantation and its interaction with technology, highlighting the supervision and final work in the development of processes. As well as the importance of further inroads in the development of tools and strategies to increase the effectiveness of the work, especially when new activities as in the case of assisted pollination, standardizing concepts by creating protocol for optimal development of work and training to the operators of this activity.

Keywords: Hybrid OxG, assisted pollination, "Click palm", supervision, high oleic oil.



Contenido

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	8
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
Materiales y métodos	14
Ubicación.....	14
Empresa.....	14
Métodos	14
Sistema piloto para supervisión y manejo de labores “Click Palm”	16
Opciones del dispositivo V.O.T. para cada una de las labores en las que se ha implementado el sistema “Click Palm.	16
Componentes del sistema piloto “Click palm”	17
Descripción del proceso de las labores que se encuentran con el sistema Click Palm:.....	20
Profundización en el área de polinización asistida	21
Resultados y discusión	21
Sistema piloto para supervisión y manejo de labores “Click Palm”	21
Presencia de Palmas sin Visitar	23
Estrategias desarrolladas	28
Polinización asistida convencional	29
Proyecciones de floración	29
Coordinación de actividades alternas a la polinización	30
Estrategia de capacitación y estandarización de conceptos	31
Conclusiones	31
Bibliografía	33



Introducción

El origen de la palma de aceite se encuentra en el golfo de Guinea en África Occidental (Corley y Tinker, 2003), de ahí a que su nombre científico *Elais guineensis* Jacq, la palma aceitera fue trasladada al continente asiático desde África a principios del siglo XIX, en donde se estableció la primera plantación comercial en Indonesia en 1911, y en 1915 el área plantada era de 2.760 has (Taniputra, *et. al.*, 1988). La palabra *Elaeis* proviene del griego “Elaion” que significa aceite y *guineensis* por su origen, ya que Jacquin, su clasificador lo asoció a la costa de Guinea (Hartley, 1983).

En la especie *guineensis* se pueden encontrar tres tipos de plantas: dura, tenera y pisisfera, de los cuales el tipo tenera es el que se utiliza con fines comerciales para la producción de aceite y es el resultado del cruce entre dura y pisífera (Quesada, 1997).

La palma de aceite es la especie más productiva dentro del grupo de las oleaginosas (Jalani *et al.*, 1993), y es un cultivo que presenta alta rentabilidad económica, desarrollándose con mayor intensidad en los países de Malasia e Indonesia, que poseen cerca del 86% del área sembrada del planeta, seguidos por Nigeria, Tailandia, Colombia y Costa de Marfil, países que en conjunto representan el 14% del área sembrada mundial. (Fedepalma, 2007).

En Colombia, la palma de aceite *Eleais guineensis* Jacq., fue introducida en 1932 por Florentino Claes. Las primeras palmas fueron sembradas con fines ornamentales en lugares públicos de algunos pueblos de la región amazónica y en la estación Agrícola de Palmira, en el departamento del Valle del Cauca. Sin embargo, el cultivo comercial de esta planta sólo comenzó en 1945, con el establecimiento de una plantación en el departamento del Magdalena por parte de United Fruit Company (Bernal, 2001).

Colombia cuenta con 9,5 millones de hectáreas potenciales para este cultivo, de las cuales 3,5 millones son aptas, el resto presentan restricciones moderadas (Corpoica y Fedepalma, 1999). Colombia tiene cuatro principales zonas productoras de palma de aceite: 1) Zona Occidental (municipio de Tumaco del departamento de Nariño): ubicada en el extremo sur occidental de Colombia, sobre la costa Pacífica; 2) Zona Norte (departamentos de Magdalena, Cesar y Bolívar): región nororiental del país, cerca de la costa Atlántica; 3) Zona Central (Norte de Santander, Santander y sur del Cesar): valle interandino del río Magdalena; y 4) Zona Oriental (departamentos del Caquetá, Casanare, Cundinamarca y Meta): ubicada en su mayor parte en una amplia llanura al oriente del país, haciendo parte del sistema de la Orinoquia (sabanas) y la Amazonía (selva tropical húmeda). (Cenipalma y Fedepalma, 2009). Caracterizándo a la palma de aceite como un cultivo intensivo.



Descripción morfológica de la planta

La palma de aceite pasa por diversas etapas para finalmente obtener el aceite, que proviene de los frutos, los frutos están compuestos por exocarpo, mesocarpo o pulpa, endocarpo o cuezco, endospermo o almendra y embrión; el conocimiento de cada una de las partes implica la obtención de un producto que finalmente se verá reflejado en el rendimiento o un producto final que mejorará los ingresos del productor; por tanto para la obtención de plantas se parte de la semilla, que como ya se mencionó proviene del cruce de las especies O X G (*Cenipalma* y *Fedepalma*, 2009)

Semilla

Es la estructura inicial de la palma como tal, la semilla es la nuez o almendra que queda después de haber extraído el mesocarpio aceitoso (*Hussey*, 1958). Consta de un endocarpio “cuesco” y una, dos o tres almendras. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la semilla contiene sólo una almendra puesto que dos de los tres óvulos en el ovario tricarpelar que generalmente se abortan; así mismo, posee dos partes fundamentales: la plúmula y la radícula que emergen a través de una lígula cilíndrica, persistente, cercana a la semilla (*Hartley*, 1983). La plúmula dará origen a la parte aérea y la radícula al sistema radical.

Sistema radical

El sistema radicular es superficial y se encuentra principalmente en los primeros 50 cm del suelo, formado por un órgano conocido como “bulbo” que profundiza entre 40 y 50 cm (*Surre y Ziller*, 1969). Las raíces se distribuyen radial y horizontalmente según su diámetro y se dividen en primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias (*Hartley*, 1983; *Purvis*, 1956). La mayor cantidad de raíces está entre los 15 a 30 cm superiores del suelo *Tailez*, (1971) citado por *Hartley*, (1983) mostró que la mayor parte de la absorción de los nutrimentos se hace a través de las raíces cuaternarias y los ápices absorbentes de las primarias, secundarias y terciarias de la misma profundidad en el horizonte del suelo. Con el desarrollo del sistema radical, se inicia el crecimiento del estípite.

Estípite

El estípite es un arreglo o disposición de hojas en espiral (CÓMO SE FORMA). Las hojas maduras son pinnadas simples y producen foliolos lineales o pinnas a cada lado del peciolo. (Notes on the Botany of the Oil palm, 1962. Citado por *Hartley*, 1983). La forma en que se disponen las hojas con relación al eje de la palma se conoce como su filotaxis. (*Hartley*, 1983) MEJORAR Y ARTICULAR



Tallo

El crecimiento inicial de la palma de aceite después de la etapa de germinación involucra la formación de una base ancha de tallo sin alargamiento entre los nudos (*Hartley, 1983*). Se forma una base amplia en la que la columna del tallo puede descansar y requiere de aproximadamente 3 o 4 años para desarrollarse, tiempo en el que el sistema radicular horizontal ya ha crecido. Su crecimiento está entre 25 y 30 cm al año (*Surre y Ziller, 1969*). Además en su estructura, se desarrollan las inflorescencias originadas en cada axila de las hojas, cuyo producto final después del proceso de fecundación en las estructuras femeninas se obtendrán los racimos de frutos, de los cuales se extrae el aceite.

Flores y frutos

Teniendo en cuenta que el producto comercial de la palma de aceite, se obtiene a partir del fruto; es decir a partir de los racimos, lo que hace importante los procesos de floración y fructificación. La palma de aceite se define como una planta de tipo monoica, es decir que produce en la misma planta las inflorescencias femeninas y masculinas, pero separadas en un ciclo alternado y está en función de la genética de la palma, edad y en particular de las condiciones ambientales (*Corley y Tinker, 2009*); en cuanto a género de inflorescencias los primordios florales en las primeras etapas de su desarrollo, traen órganos tanto masculinos como femeninos, pero su sexo se define con el paso del tiempo; sin embargo en ocasiones se desarrollan ambos completamente, formando una flor hermafrodita (*Corley y Tinker, 2009*).

Las inflorescencias se desarrollan en la axila de las hojas y consta de un eje principal denominado raquis conformado por las llamadas “espiguillas” o “raquillas” las que a su vez poseen espinas florales en cuyas axilas nacen las flores, propiamente dichas. Un pedúnculo une el raquis de la inflorescencia con el tallo, donde nacen dos estructuras llamadas bráctea peduncular y prófalo, que cubren toda la inflorescencia durante la mayor parte de su desarrollo (*Corley y Tinker, 2009*). Las inflorescencias masculinas y femeninas presentan diferencias morfológicas y estructurales, siendo en la masculina las anteras en donde se produce el polen y en la femenina los estigmas que permiten que se lleve cabo la fecundación; mediante este proceso se obtiene mayor conformación de frutos por racimo y por tanto incremento en la extracción de aceite. En la figura 1, se muestran las inflorescencias de ambos géneros.

Figura 1. Inflorescencias de palma de aceite. La figura de la izquierda muestra la inflorescencia femenina en proceso de antesis y a la derecha una inflorescencia masculina, madura.



El racimo se forma después de 5 o 6 meses, cuando el polen ha fecundado las estructuras de la inflorescencia femenina. El fruto es una drupa sésil cuya forma varía desde casis esférica a ovoide o alargada y un poco más gruesa en el ápice. Consta del exocarpio o piel, el mesocarpio o pulpa, y el endocarpio o cuesco (Hartley, 1983). Los productos oleicos se producen principalmente a partir del mesocarpio y la nuez.

Como todos los cultivos, la palma de aceite es atacada por plagas y enfermedades; entre los principales problemas fitosanitarios, se encuentra la pudrición del cogollo (PC), que es el más grave disturbio que enfrentan los palmeros de la zona occidental del país. En el año 2007 su presencia devastadora se estimó presente en el 95% de las fincas palmeras de Tumaco (Hurtado y Mercado, 2007). La pudrición del cogollo se reconoció por primera vez en Colombia en el año de 1965 en la plantación “La Arenosa”, perteneciente a la compañía Coldesa, ubicada en la región de Turbo en el norte de Colombia donde, en pocos años, casi todos los cultivos de palma de aceite fueron destruidos (Turner, 1981). La sintomatología de la PC ha sido descrita (Mariau et al, 1992; Swinburne, 1993) en las zonas donde la enfermedad se ha registrado.

En la zona Occidental, Jiménez (1991), reporta que la enfermedad pudrición de cogollo apareció en el año de 1985. En la actualidad el estado de la enfermedad se ha venido incrementando, encontrándose que todas las plantaciones de esta zona han sido devastadas. Esta enfermedad de la Palma de aceite (*Elaeis guineensis*, Jacq.) es la enfermedad más limitante no sólo en Colombia sino también en toda la América tropical, donde se realiza su cultivo. El agente causal permaneció desconocido por cerca de un siglo, pero las investigaciones recientes de Cenipalma reportaron al patógeno *Phytophthora palmivora* Butl., como el responsable de iniciar el proceso infeccioso, aunque esta afirmación se encuentra aún en mesa de discusión.



Como respuesta a los problemas generados por PC; fedepalma, Corpoica y el Cirad Fhlor, implementaron un programa de mejoramiento genético de palma de aceite, con el objeto de encontrar materiales tolerantes o resistentes al problema de la pudrición del cogollo (PC), es así como parte de la respuesta a la situación fitosanitaria producida por el “PC”, se llegó al híbrido O X G.

Híbrido O X G (*Elaeis oleífera* x *Elais guineensis*)

El impacto de la PC fue ha sido de tal magnitud que se programó la resiembra del 50% del área palmera (16.000 has) con el híbrido inter específico O x G (*Elaeis oleífera* x *Elais guineensis* Jacq) en un plan de choque concertado entre el MADR (Ministerio de agricultura y desarrollo rural), el sector privado y los productores (MADR y CORPOICA, 2008). Desde la década de 1990, en la Zona Oriental se ha venido sembrando el híbrido interespecífico OxG, que se caracteriza por su tolerancia a plagas y enfermedades, bajo crecimiento de estípites, alto número de racimos, alto contenido de ácidos grasos insaturados y carotenos (Hacienda La Cabaña, 2009)., siendo estas las principales características las que lo identifican.

Esta solución que ha permitido enfrentar la devastación causada de la PC ha sido la producción del híbrido inter específico, originado entre la palma Nolí *Elaeis oleífera* y la palma de aceite *Elaeis guineensis* el cual ha demostrado tolerancia a la enfermedad (Hartley, 1988; Alvarado *et al*, 1998; Sharma, M. 1999; Amblard *et al*, 2004; Chinchilla, *et al*, 2007). Siendo esta solución genética, al parecer, prometedora, ya que incorpora resistencia de la palma americana de aceite (*Elaeis oleífera*) a la palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*), generando así, el híbrido inter-específico O x G. Este material ha sido reportado como tolerante a la PC (Hartley, 1988; Gómez *et al.*, 1995; Alvarado *et al.*, 1998; Sharma, 1999; Torres *et al.*, 2004; Bastidas *et al.*, 2007). A pesar de la tolerancia a enfermedades del híbrido inter-específico O x G, presenta una gran diferencia respecto a la palma africana de aceite, en cuanto al proceso de polinización de las inflorescencias.

Este material presenta una serie de características que afectan la polinización natural, como son la baja producción de inflorescencias masculinas, la baja viabilidad del polen (entre el 2 y 20%), (Alvarado *et ál.*, 2000) y el que sus inflorescencias carecen de olor atractivo para insectos polinizadores.

Por lo anterior se destaca la importancia de continuar innovando en estrategias que contribuyan a mejorar la efectividad en los procesos a ejecutar en la explotación del cultivo. En el caso específico de la empresa Palmeiras Colombia S.A. se identificó la necesidad de optimizar la supervisión de labores, dado que de ellas depende la productividad optima del cultivo, razón por la cual, se implementó un sistema piloto de monitoreo y supervisión denominado “Click Palm”, que utiliza



medios satelitales de posicionamiento global para el seguimiento de las labores de campo desde cualquier lugar con acceso a red de internet.

Sistema “CLICK PALM”

El sistema consta de herramientas que permiten llevar a cabo el registro del desarrollo de la labor a través de un dispositivo que funciona con señal de celular y un “chip” receptor. Este sistema almacena la información y permite conocer de manera particular cada una de las palmas que componen los lotes de una plantación, a través de una identificación previa asignada a cada palma. El sistema incluye a más del software, la información suministrada por un operario que se desplaza y realiza el registro en cada una de ellas, transmitiendo la información por vía satelital al software que la almacenamiento y facilita su visualización. Además consta que herramientas, que permiten llevar a cabo el registro. El sistema se plantea para cada una de las labores del cultivo, permitiendo incrementar el tiempo y calidad de supervisión. Por tanto, se planteó el proyecto con los siguientes objetivos.

Objetivo general

- Implementar la supervisión de labores agronómicas del cultivo de palma de aceite del híbrido O x G a través del sistema piloto “Click Palm” en la empresa Palmeiras Colombia S.A., ubicada en el municipio de Tumaco - Nariño.

Objetivos específicos

- Generar un sistema de manejo y un esquema de supervisión para las labores agronómicas del cultivo, a través del sistema piloto “Click palm.”
- Esquematizar el desarrollo de las labores a través de mapas de seguimiento y control, por medio del sistema de “Click palm”.
- Implementar estrategias que permitan incrementar la efectividad de la labor de polinización asistida, en palma joven del híbrido O X G, en la plantación “Palmerias Colombia S.A”, en el municipio de Tumaco – Nariño.



Materiales y métodos

Ubicación

El trabajo se desarrolló en la empresa Palmeiras Colombia S.A., la cual está geográficamente a 1° 48'24'' latitud norte y 78° 45' 53'' longitud oeste, ubicada a 30 m.s.n.m., con una temperatura máxima promedio de 27.6°C, mínima de 24.5°C y una temperatura media anual de 25.6°C, de la misma forma posee una H.R. media anual del 88 % y una precipitación promedio de 3089.6 mm al año, así mismo posee un brillo solar de 954 horas año. (Registros del IDEAM tomados en los últimos 20 años en la estación meteorológica 5102501 Granja el Mira en el periodo 1981- 2001).

Empresa.

La empresa Palmeiras Colombia S.A., se encuentra ubicada en San Andrés De Tumaco, Nariño, y se dedica al cultivo de palma de aceite híbrido O X G (*Elaeis oleífera x Elaeis guinensis*) y a la extracción de aceite alto Oleico de esta especie. Entre los procesos que se desarrollan dentro del marco productivo se encuentran: El manejo del cultivo Híbrido de palma aceitera O X G, la producción de fruto de palma, aplicando las labores de manejo agronómico y el procesamiento para la extracción de aceite.

Métodos

El trabajo se desarrolló en la plantación de palma que está sembrada con híbrido O X G en su totalidad, por tanto sólo existe palma joven, la cual tiene en promedio 5 años de siembra y actualmente se sigue sembrado otras áreas. La distancia de siembra es de 10 m X 10 m al cuadro para una densidad de 100 plantas por hectárea.

La aplicación del sistema "Click palm" requiere del equipamiento en la plantación de 3 equipos para realizar cada labor. Los equipos son entregados a los operarios, previa capacitación en su manejo. Así mismo, se requiere de un software "Click palm", tags (tarjetas) con un chip receptor para realizar el registro, dispositivos V.O.T. y un equipo de cómputo con conexión para internet.

Los operarios, salen diariamente con sus respectivas labores asignadas y su equipo para el registro de la actividad. (Figura 2)

Figura 2. Labor de campo para el registro de las labores asignadas a cada cuadrilla de trabajo en un lote determinado de palma de aceite.



Reconocimiento de las labores que se desarrollan en el cultivo de híbrido O X G, profundizando en la labor de polinización y cosecha, e incursionando en las labores de poda, fertilización y censo de pudrición de cogollo. Además recepción de capacitaciones en cuanto a la implementación del proyecto piloto “Click palm”.

La labor inicial que se desempeñó para el desarrollo del proyecto piloto fue el inventario de las tarjetas que se utilizan para referenciar las palmas en campo. Este proceso se inició junto con el aprendizaje del manejo del software y el dispositivo para realizar los registros en campo.

Posteriormente se prepararon capacitaciones para todo el personal que desarrolló las labores en campo con el sistema, principalmente en las labores de poda, fertilización, censo de pudrición de cogollo, polinización asistida y cosecha, destacando la importancia del buen manejo del dispositivo. En este proceso fue necesario desarrollar un esquema de supervisión que nos permitió hacer seguimiento al personal e incrementar la efectividad del sistema.

Paralelo a los procesos concernientes del proyecto piloto, se incursionó en el manejo del área de polinización asistida en las tres plantaciones, para lo que se asistió a inducciones pertinentes respecto al tema, visitas a las plantaciones, seguimiento, análisis al estado de la labor y manejo de personal. En el desarrollo de esta labor encomendada se identificó la necesidad de crear un protocolo de polinización asistida en híbrido OxG, en el que se establece el proceso y las condiciones óptimas para llevar a cabo la labor, con el objetivo de estandarizar conceptos de polinización asistida entre los operarios, como estrategia para



incrementar su eficiencia. Además se desarrollaron capacitaciones a pequeños productores que actúan como proveedores para la empresa respecto a esta labor.

Sistema piloto para supervisión y manejo de labores “Click Palm”

El proyecto piloto para supervisión y manejo de labores denominado “Click Palm” se llevó a cabo dentro de la Plantación PALMEIRAS, en los lotes RP24 y RP15 con 23.46 y 22.86 ha., respectivamente.

El trabajo se enfocó en la búsqueda de estrategias que permitieron incrementar la eficiencia de supervisión para las labores de campo, para esto inicialmente se realizó un inventario y revisión de los implementos del sistema, para posteriormente capacitar al personal en cuanto a manejo del dispositivo y las herramientas que lo componen. Para la programación de las labores de campo propias del cultivo de la palma con el sistema, se configuro cada uno de los dispositivos, asignando las opciones que se iban a manejar para el registro en campo.

En la revisión de los implementos del sistema se desarrolló un pequeño ensayo comparativo dentro del lote Rp24, delimitando cierta cantidad de palmas. Estas palmas fueron registradas con un manejo adecuado del dispositivo y la información se comparó con la registrada por el operario después de realizar el recorrido por estas palmas.

Opciones del dispositivo V.O.T. para cada una de las labores en las que se ha implementado el sistema “Click Palm.

El dispositivo V.O.T.(Visit on time) consta de seis botones numerados, en donde cada uno de los botones corresponde a una opción determinada por la labor que se maneje.

En la tabla 1, se muestran las diversas opciones de uso que permite asignar el dispositivo v.o.t. para cada una de las labores en las que se aplicó el sistema. Esta información de campo se transmite satelitalmente y es almacenada en un software que se visualiza a través de una plataforma virtual.



Tabla 1. Opciones del dispositivo V.O.T. que presenta cada labor con el sistema de Click Palm.

Opciones/labor	Polinización	Cosecha y recolección	Censo PC	Fertilización	Poda	Aporque
Botón 1	No hay flor para polinizar	1 racimo	Palma sana	Adulta	Adulta	Adulta
Botón 2	Flor bien polinizada	2 racimos	Pudrición inicial	Resiembra	Resiembra	Resiembra
Botón 3	Flor doblemente polinizada	3 racimos	Pudrición avanzada	...	...	...
Botón 4	Flor ayudada	4 racimos	Erradicación	...	...	...
Botón 5	Segunda visita de la flor D. polinizada	5 racimos	...	...	...	...
Botón 6	...	No hay racimo	...	...	...	...

El procedimiento de uso para el sistema “Click palm”, se estandariza en cuanto a manejo para todas las labores de campo. Inicialmente se deben escoger las opciones que se van a asignar al dispositivo en cada labor tal como se muestra en la Tabla 1, posteriormente se entrega el dispositivo al operario, el cual debe marcar la opción correspondiente a la observación o acción que haga mientras realiza el recorrido de la labor en campo.

A continuación se describen cada uno de los componentes del sistema:

Componentes del sistema piloto “Click palm”

Operario: Es el encargado de portar el dispositivo y realizar la marcación en la tarjeta de cada palma en campo mientras desarrolla la labor asignada. Un ejemplo se ilustra en la Figura (2), en donde un cosechero se encuentra realizando el registro después de haber cortado un racimo en la palma. El procedimiento de registro se lleva a cabo con la marcación de la opción presente en el V.O.T. y luego con el acercamiento del dispositivo a la tarjeta, previamente ubicada en la hoja nº 7 de la palma. La tarjeta debe ser ubicada a esta altura, para evitar daños provocados por otras labores.

Dispositivo (V.O.T.): Funciona con la señal transmitida a través de una sim card de celular. Es entregado al operario y registrado en la plataforma con el nombre y código del operario para identificación. en la figura 3, se aprecia el dispositivo que presenta 7 botones, de los cuales 6 están enumerados secuencialmente y corresponden a las opciones que se pueden asignar en cada labor, y un séptimo botón central cuyo objetivo es transmitir satelitalmente la información registrada en campo.

Figura 3. Dispositivo en el que se encuentran las opciones de registro y es el medio por el cual la información es transmitida.



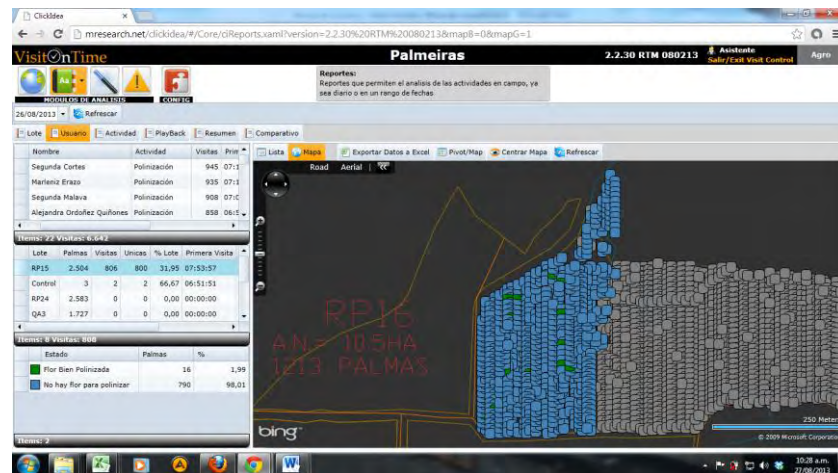
Tarjeta: En la Figura 4 se muestra la tarjeta que contienen un chip receptor y una codificación que identifica la ubicación de la palma. En campo cada una de las palmas debe tener su correspondiente tarjeta, la cual es marcada con el dispositivo V.O.T. que permite transmitir los datos recopilados hacia la plataforma que almacena la información.

Figura 4. Tarjeta “Click Palm”, contiene en su interior un chip receptor encargado de captar el registro realizado con el dispositivo V.O.T.



Plataforma: La Figura 5, muestra el Software que permite observar a través de la red, el almacenamiento de toda la información registrada por cada uno de los operarios que desarrollen una labor específica en campo. A través de este software se genera un resumen ejecutivo para cada labor.

Figura 5. Plataforma a través de la cual se observa la disposición de las palmas en campo, y la cobertura realizada por el operario en el desarrollo de la labor; así como también el mapa del lote, y cada una de las palmas que lo componen, representadas por puntos.



Informes ejecutivos: Resumen proporcionado por el sistema que permite visualizar la información que genera el operario, así como también el desarrollo de la labor, tal como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Reporte que Indica de manera resumida la información correspondiente al operario, dispositivo y desarrollo de la labor de campo asignada. Cada uno de los colores representa las opciones asignadas a las labores de campo.

Bertha Valencia		
Nombre	Bertha Valencia	
Codigo	33036	
Dispositivo	50037	
Visitas	709	
Polinización	No hay flor para polinizar	694
Polinización	Flor Bien Polinizada	11
Polinización	Flor Doblemente Polinizada	3
Polinización	Segunda Visita Flor Doble	1

Estos componentes del sistema "Click palm" se convierten en herramientas adicionales a las que porta el operario en la labor asignada, eliminando la elaboración de reportes manuales en campo, y mejorando el tiempo y calidad de la supervisión. El desarrollo de las labores agronómicas del cultivo de la palma



continúa con el mismo procedimiento, solamente que se adiciona el dispositivo VOT para llevar a cabo el registro del proceso de la labor en campo.

Descripción del proceso de las labores que se encuentran con el sistema Click Palm:

A continuación se describe el proceso de las labores del cultivo de palma de aceite híbrida OxG de manera convencional y con el sistema “Click palm”

- a. Poda:** El operario se desplaza en zigzag palma a palma, través de las líneas del lote. Las líneas corresponden a hileras de palmas y se recorren en pares denominándose centros. El operario debe identificar las palmas aptas para podarse, y realizar la labor. Además del “palin” y la piedra lima, debe portar el dispositivo V.O.T. y marcar la opción correspondiente a lo establecido en la labor y acercar el dispositivo a la tarjeta de cada palma.
- b. Fertilización:** El operario se desplaza en zigzag palma a palma a través de las líneas del lote identificando el estado vegetativo de la palma, determinando así su respectiva dosificación. El operario adicional a la cantidad de fertilizante y dosificador, debe portar el dispositivo VOT que le permite llevar a cabo el registro.
- c. Censo de pudrición de cogollo:** El encargado de la labor de sanidad vegetal se desplaza en zigzag palma a palma a través de las líneas del lote identificando el estado de la palma y presencia de síntomas. Dependiendo de la ausencia o grado de severidad en el caso de presentarse la enfermedad, se reporta el estado de cada palma utilizando la opción correspondiente en el dispositivo V.O.T., permitiendo así llevar a cabo el registro.
- d. Polinización asistida:** El polinizador se desplaza en zigzag a través de las líneas del lote, identificando en cada palma la presencia y el estado de las inflorescencias aptas para polinizar; adicional al gancho y la “pera de polinización”, el operario debe portar el V.O.T. para realizar la marcación con el dispositivo.
- e. Cosecha:** El operario de cosecha se desplaza en zigzag a través de las líneas del lote identificando presencia y cantidad de racimos encontrados por palma, aptos para cortar. El proceso de registro con VOT, se realiza



antes de cortar los racimos, acercando el dispositivo a la tarjeta de cada palma.

Profundización en el área de polinización asistida

La segunda fase del trabajo en la empresa, se dedicó exclusivamente al manejo del área de polinización asistida, labor que no era considerada importante en la explotación del cultivo de palma africana de aceite *Elaeis guineensis* Jacq.; sin embargo para obtener óptimos rendimientos y alta extracción de aceite alto oleico con la palma híbrida OxG, esta práctica ha llegado a convertirse en una labor cultural de gran importancia. En esta fase de trabajo se realizaron análisis de la labor en las tres plantaciones de la empresa con el objetivo de estandarizar criterios para el desarrollo de la labor. Además se identificó la importancia de promover procesos de innovación, por lo que se trabajó en el desarrollo de esquemas de supervisión y herramienta para incrementar la practicidad de la labor. Además implementar estrategias para mejorar la efectividad de la labor con la elaboración del protocolo de polinización asistida para estandarizar conceptos, capacitación a los operadores y manejo de labores alternas con los operarios de polinización dependiendo del análisis del comportamiento de la floración.

Para incrementar la efectividad del proceso de polinización, se realizaron seguimientos a los operadores de la labor, enfocándose en la calidad de la labor.

Resultados y discusión

Sistema piloto para supervisión y manejo de labores “Click Palm”

En la revisión de los implementos del sistema, se marcó las palmas con un manejo adecuado del dispositivo y una visita minuciosa, se concluyó que la información del lote proporcionada en la plataforma correspondió exactamente a la información encontrada en campo, indicando que la calidad de información no depende de fallas en el dispositivo (V.O.T.), sino del mal manejo por parte del operario y recorrido deficiente provocando que palmas no se visiten.

Entre los principales inconvenientes presentados durante el desarrollo del proyecto se encontraron, el mal manejo del dispositivo, no visita a las palmas, pérdida de tarjetas y daño de dispositivos; por lo anterior se concentró el trabajo en un proceso de concientización continuo con el personal de campo.

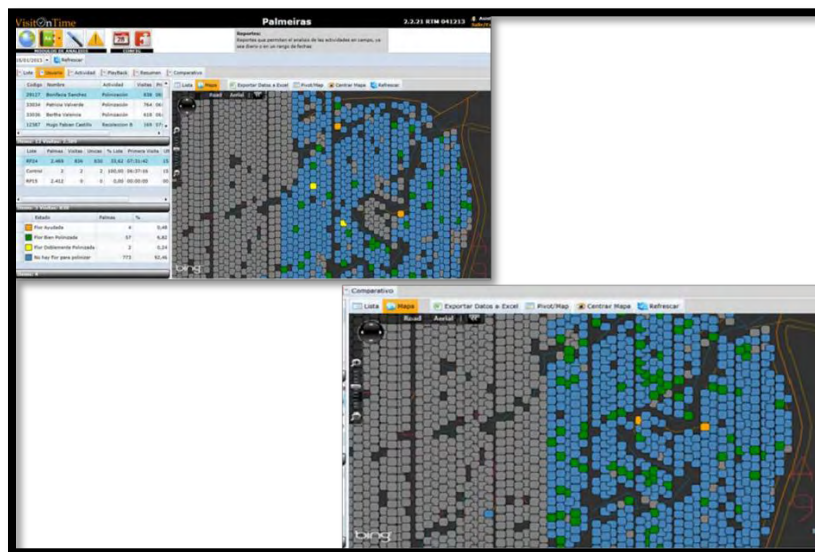
Los principales problemas que se identificaron fueron:

- Inconsistencias en la información
- Mal manejo del dispositivo
- Regularidad en las eficiencias y coberturas en polinización
- Necesidad de continuas capacitaciones con los usuarios.
- Sustracción de tarjetas por personal ajeno a la empresa.

Debido a las situaciones encontradas se realizaron capacitaciones y seguimientos continuos a las personas que desarrollan las labores con este dispositivo. Se identificó que las principales inconsistencias se ocasionaban por un mal manejo, concluyendo que se presentaba una marcación deficiente por parte del operario.

Este aspecto fue solucionado mediante el seguimiento continuo a los operarios y permanente concientización a las personas, acerca de la importancia de realizar un buen manejo del dispositivo, lo que se reflejó en mejora de la cobertura en los lotes, tal como se muestra en la Figura 7, disminución en el número de palmas sin visitar, e incremento en la calidad de la información proporcionada.

Figura 7. Progreso del recorrido realizado por un polinizador antes y después de los procesos de capacitación, en cuanto a la cobertura de visita de palmas en el lote. Los puntos grises indican la cantidad de palmas sin visitar, dentro del área recorrida, es decir 10 ha. Además permite visualizar la diferencia el recorrido del polinizador dentro del lote.





Presencia de Palmas sin Visitar

La información proporcionada en la plataforma de “Click palm”, muestra el estado de las palmas del lote y permitió encontrar varios factores que influenciaban la no visita a las palmas. Entre los principales aspectos encontrados están los factores biológicos que impiden el acercamiento a las palmas y los factores laborales que dependen del operario y manejo adecuado del dispositivo. Las condiciones encontradas en cada labor se describen a continuación:

Poda

La cantidad de palmas sin podar correspondió al 6,25 %, de las palmas asignadas a cada operario como se muestra en la Tabla 2. Entre las razones por las que estas palmas no fueron podadas, se identificaron; la no visita de ellas y factores de tipo biológico, como presencia de animales o insectos que impiden el acercamiento a la palma. Esta identificación se facilitó mediante el seguimiento realizado con el software, enfocando la supervisión hacia la calidad de la labor. Las revisiones y la información proporcionada por la plataforma permitieron identificar esta cantidad de palmas sin visitar.

Tabla 2. En la tabla se indica la cantidad de palmas asignadas a ocho jornales, con un rendimiento de 120 palmas por persona, y la cantidad de palmas recorridas realizando la marcación con el dispositivo V.O.T.

Poda				
Jornal/día	Días trabajados	Palmas asignadas	Palmas recorridas	Palmas sin podar
2	4	960	900	60

Respecto al manejo del dispositivo no se presentó ningún inconveniente por parte de los operarios. En la Figura 8 se muestra la palma después del corte de hoja y aporcado de la misma.

Figura 8. Palmas podadas y aporque de hoja en el plato de la palma. Después de haber realizado las marcaciones con el dispositivo y terminada la labor.



Fertilización

Mediante el uso del software de “Click palm” en esta labor se encontró una gran cantidad de palmas sin fertilizar dispersas en los lotes, representando el 23,4 % del total de palmas asignadas. Estas palmas se detectaron con la información proporcionada por la plataforma, y se obtuvieron tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. En la tabla se indica la cantidad de palmas asignadas, recorridas y sin visitar, con un rendimiento por persona de 480 palmas para la labor de fertilización. Esta información fue proporcionada por la plataforma.

Fertilización					
Jornales	Días trabajados	Palmas asignadas	Palmas recorridas	Palmas sin visitar	
9	3	4320	3980	340	

Esta situación permitió identificar la calidad con que se estaba llevando a cabo la labor, resaltando desde el punto de vista agronómico, los inconvenientes que se generan al no realizar la aplicación correspondiente a cada una de las palmas.

La figura 9, indica cómo se desarrolla la labor de fertilización, iniciando la aplicación de fertilizante a la palma y posteriormente el proceso de registro con el dispositivo V.O.T.

Figura 9. Palmas con aplicación de fertilizante y operario realizando la labor de fertilización.



Censo de pudrición de cogollo

El censo de pudrición de cogollo con el sistema piloto “Click palm” como se indica en la Figura 10, se realiza observando síntomas en el caso de presentarse la enfermedad y diagnosticando el estado de cada una de las palmas. Por lo anterior, la cantidad de palmas sin visitar en esta labor fue mínima, con una cantidad de diez palmas sin visitar, representando el 0,2 %, de las palmas asignadas. Este resultado se atribuyó a la facilidad de este proceso; sin embargo el seguimiento fue continuo y el manejo se enfocó a mejorar el funcionamiento del dispositivo y la calidad de labor.

Tabla 4. Tabla de datos, de la labor censo de PC. Indica la cantidad de palmas visitadas y sin visitar por los operarios de la labor.

Jornales	Días trabajados	Palmas asignadas	Palmas recorridas	Palmas sin visitar
3	2	4200	4190	10

Figura 10. Operario revisando presencia de síntomas de la enfermedad pudrición de cogollo. Palma con síntomas de pudrición de cogollo (pc).



Polinización

En la labor de polinización asistida que se muestra en la Figura 11, la cantidad de palmas que el operario visito, se incrementó a través de los meses. El área que se dejaba sin polinizar por el operario ascendió a una hectárea, situación atribuida en gran parte a la no visita de las palmas y en menor proporción al mal manejo del dispositivo; esta deficiencia logro reducir mediante capacitaciones continuas y seguimiento al aperador. Entre las actividades de seguimiento se resalta la autoevaluación realizada con cada uno de los operarios, proceso que consistió en revisar junto con el polinizador el área que se dejó sin cubrir el día anterior a esta visita. En la Figura 12 se indica la una inflorescencia en estado de anthesis, es decir apta para polinizar, y el operario realizando la labor, antes de realizar el registro con el dispositivo V.O.T.

FIGURA 11. Palmas visitadas por un operario por mes que han sido registradas con el dispositivo V.O.T. en un área de 8 ha.

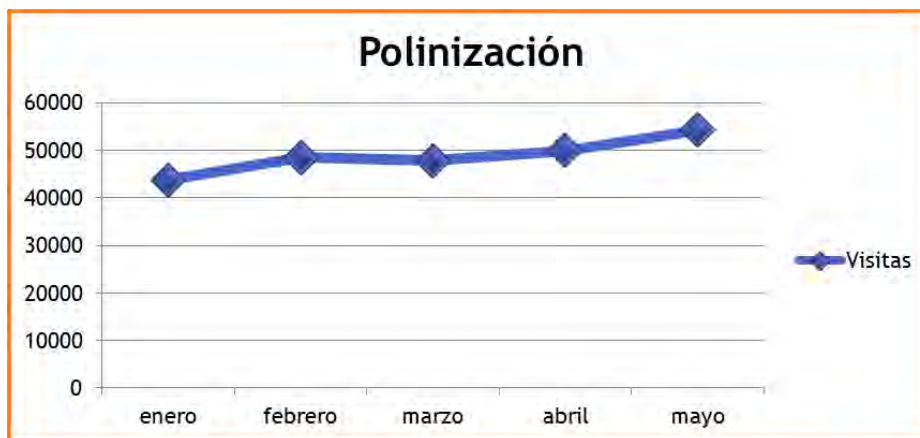


Figura 12. Inflorescencia femenina en estado de antesis y el operario desarrollando la labor de polinización asistida antes de realizar el registro con el dispositivo V.O.T.



Cosecha

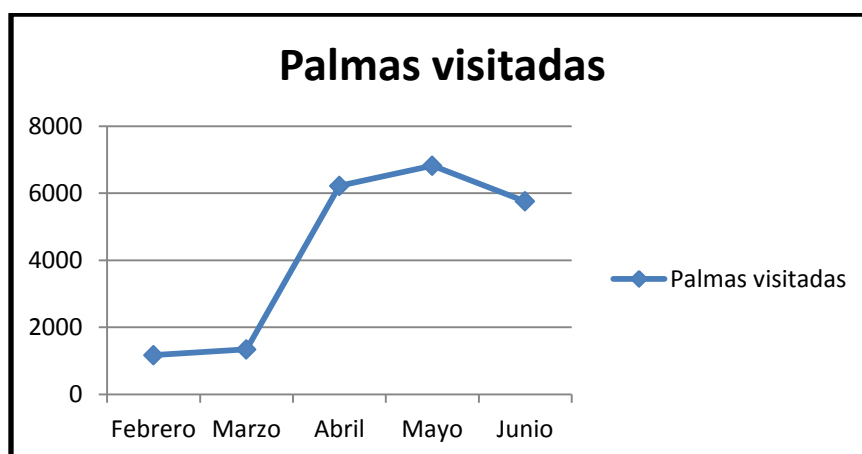
En esta labor se presentaron muchos inconvenientes principalmente por el mal manejo del dispositivo, provocándose daños en el V.O.T. por la fuerza que hay que imprimirle a la labor. La figura 13 muestra el proceso de la labor, identificando al encargado de cortar el racimo y al recolector.

Figura 13 Recolector o “mulero”, levantando los racimos dejados por el operario de cosecha o “cortero” a la izquierda y del lado derecho el cortero realizando la marcación de la palma con el dispositivo V.O.T



La cantidad de palmas sin visitar fue mayor que en otras labores; sin embargo la revisión constante permitió detectar que la causa principal, se originaba por el mal manejo del dispositivo. Esta situación se solucionó en el mes de abril, permitiendo observar el incremento en la cantidad de palmas visitadas, como se indica en la Figura 14., siendo este incremento, el resultado de las estrategias desarrolladas y los continuos procesos de capacitación y seguimiento al operario.

Figura 14. Representación de la cantidad de palmas visitadas en el transcurso de los meses. El mes de abril se destaca por ser el mes en el que se logró mejorar las condiciones de manejo con el dispositivo.



Estrategias desarrolladas

Inventario de la información proporcionada por el sistema, sus herramientas y los daños en los implementos del sistema, en este proceso la principal estrategia se basó en la capacitación y seguimiento al personal que utiliza el dispositivo.

Implementación de una modalidad de supervisión y manejo para las labores que se encontraban bajo el sistema. Estos procesos se acompañaron de evaluaciones al comportamiento del operario, autoevaluaciones, receptividad y acogimiento de la tecnología.



Polinización asistida convencional

La polinización asistida en híbrido interespecífico OxG, se convierte en una labor de gran importancia, ya que de ella dependerá la calidad del fruto que se obtendrá y por ende el porcentaje de extracción de aceite.

Para mantener e incrementar la eficiencia de la labor se llevó a cabo un análisis minucioso de las características de la polinización asistida en cada una de las tres plantaciones a través de un esquema comparativo, resaltando las características del proceso en cada una. A partir de este análisis se desarrollaron estrategias para mejorar dicha labor, tratando de estandarizar conceptos entre las fincas.

El esquema de supervisión permitió incrementar la eficiencia de la supervisión en cuanto a tiempo y visita a los operarios de campo, desatacando al acompañamiento del personal, como uno de los aspectos principales en cuanto a motivación y estímulo al apropiamiento de la labor por parte de los polinizadores.

Al ser la polinización asistida un proceso de poca investigación y conocimiento, es necesario desarrollar estrategias, que permitan mejorar las condiciones de la labor. En cuanto a herramienta se ha buscado incrementar la utilización de dispositivos y adecuar los ya utilizados, para llevar a cabo una mejor calidad del proceso y así evitar inconvenientes como aborto de fruto y disminución de la extracción, a través de procesos de seguimiento a operarios y proyecciones de floración que permiten incrementar la eficacia de la labor.

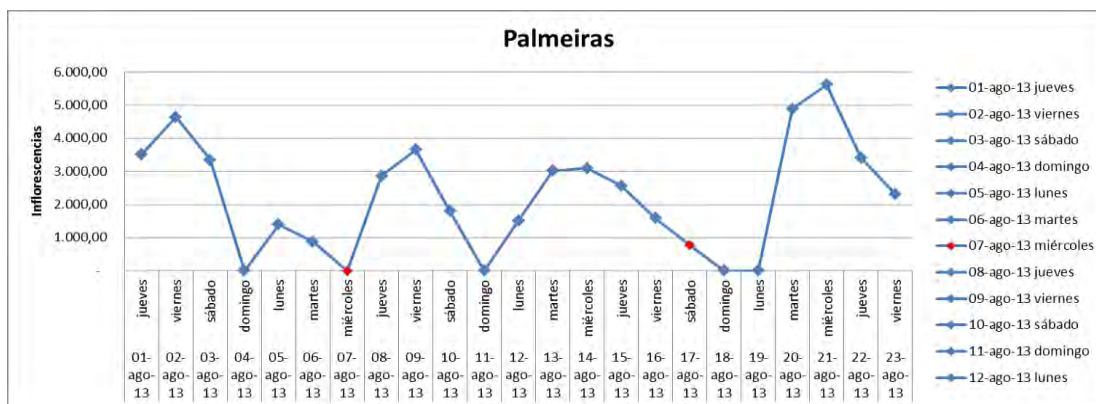
Seguimiento a operarios

Se evaluaron las características del trabajo que realizaban los operarios y se concientizó acerca de la importancia de la labor, calidad y efectividad.

Proyecciones de floración

Se realizaron análisis de la información obtenida durante el transcurso de los días, en donde se encontró diferentes comportamientos en cuanto a la cantidad de inflorescencias como se ilustra en la Figura 14, permitiendo así programar la interrupción de la labor y actividad alterna a realizar en los días en que la cantidad de inflorescencias sea muy baja. Se identificó patrones de comportamiento respecto a la cantidad de inflorescencias en cada semana, presentándose días de alta floración y días con baja cantidad de inflorescencias.

Figura 14. En el grafico se representa la cantidad y el comportamiento de la floración durante cuatro semanas, indicando los días picos y los bajos en cuanto a cantidad de inflorescencias.



Coordinación de actividades alternas a la polinización

Con el análisis de la información se programaron actividades alternas a la de polinización asistida. Este caso se presenta cuando la floración es muy baja y no justifica desde el punto de vista económico realizar la labor.

Cuando se ha detenido la labor de polinización, se dejaron los respectivos testigos que permitieron verificar lo conveniente de la decisión tomada. Además se realizaron actividades de mantenimiento, fertilización y otras. Estas labores debían ser programadas con anticipación

Mantenimiento

Se coordinaron labores de como desmalezamiento en la palma, este hecho se produce generalmente cuando el ciclo de “plateos” se incrementa, permitiendo que la cobertura Kudzu se enlace entre las hojas de la palma.

Corte de hoja en la labor de poda.

Se han programado jornadas de corte, para hojas que han sido desprendidas en la labor de poda y se realizó de aporque en el plato de la palma, cuyo objetivo es actuar como barrera fitosanitaria para prevenir ataques dela plaga *Sagilassa valida* y como material orgánico.



Aplicación de materiales orgánicos

La utilización de materiales orgánicos, como el raquis sobrante de la separación de frutos y la fibra producida por el mesocarpio molido en el proceso de extracción de aceite aplicadas a cada una de las palmas, ha hecho parte de las labores alternas programadas. El objetivo de estas prácticas es proporcionar a la planta una barrera fitosanitaria contra *sagalassa valida*, estimular la formación de raíces y contribuir a la nutrición de la planta.

Fertilización

Mediante el análisis de las U.M.A. (unidad de medida agronómica) en cuantos requerimientos nutricionales, se programó la aplicación de fertilizante como, sulfato de magnesio, boro, DAP y KCL.

Estrategia de capacitación y estandarización de conceptos

Entre algunas estrategias adicionales que permitieron mejorar la labor de polinización estuvo el desarrollo de herramientas y procesos de capacitación:

Desarrollo de herramienta

Elaboración de herramientas que permitieron desarrollar la labor con mayor eficiencia, como estrategia para mejorar los procesos y practicidad que labor.

Proceso de capacitación

Con el objetivo de capacitar al personal y establecer el desarrollo de la labor, se creó el protocolo o guía de polinización asistida en el que se establecieron las condiciones óptimas a tener en cuenta para el desarrollo de esta actividad. Este documento se dio a conocer a cada uno de los polinizadores. De acuerdo con los anteriores resultados se concluye.



Conclusiones

Disminución marcada de las palmas sin visitar, por el continuo seguimiento a los usuarios que desarrollaron las labores.

Desarrollo de un modelo de supervisión e interventoría para los usuarios en las labores que presentan el sistema.

Incremento en eficiencias de la labor de polinización asistida, durante los meses en que se empezó a realizarse el continuo seguimiento a las plantaciones.

Al finalizar el desarrollo del proyecto piloto "Click palm" se inició la implementación de esta tecnología a gran escala en la plantación "Araki" perteneciente a la empresa.

La práctica resulto ser una medida muy eficiente para que el estudiante adopte las actitudes propias del entorno laboral, y las proyecte hacia su vida futura.

El desarrollo del proyecto permitió asumir al estudiante el papel de ingeniero agrónomo y aplicar los conocimientos adquiridos en la academia. Además profundizar en el aprendizaje del cultivo y manejo de personal, aspectos que son fundamentales para ejercer la profesión.



Bibliografía

Alvarado, A.; Bulgarelli, J.; Moya, B. (2000). Germinación del polen en poblaciones derivadas de un híbrido entre *Elaeis guineensis* Jacq. y *E. oleifera* HBK, Cortes. ASD papers 20:35.36.

Bernal, F. (2001). El cultivo de palma de aceite y su beneficio: Guía general para el nuevo palmicultor. Ed. FEDEPALMA. Bogotá.

Corley, R.H.V; Tinker, P.B (2003). "The Oil Palm". World Agriculture series. Ed. Blackwell Science. 4a Edición. Reino Unido.

Corley, R.V.H. y Tinker, P.B. (2009). *La palma de aceite*. Cuarta edición (versión en español). Colombia: Fedepalma. 604 p.

Corpoica; Fedepalma. (1999). Evaluación edafoclimática de las tierras del trópico bajo colombiano para el cultivo de la palma de aceite. Bogotá. 30 P.

Cenipalma y Fedepalma. (2009) Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de palma de aceite en Colombia con énfasis en oleína roja. Bogotá.

Fedepalma. Anuarios Estadísticos 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007. El cultivo de la palma de aceite en Colombia y el mundo. (1998-2006). Bogotá.

Hartley, C.W.S. (1988). The oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. 3º Ed. Longman Group U.K. London, U.K. 761p.

Hartley CWS. (1988). The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). 3a ed. Tropical Agriculture Series. Londres: Longman Group. 761 p.

Hartley, C.W.S. (1983). "La palma de aceite". México. Editorial Continental. pp.958.

Hurtado R, Mercado H. (2007). Determinación del número de hectáreas afectadas por pudrición de cogollo y porcentaje de incidencia (CD-ROM). En: Taller Técnico Científico sobre Avances y Resultados en los Procesos de Investigación y Manejo del Complejo Pudrición del Cogollo en Tumaco; 24 y 25 octubre de 2007. Tumaco, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Corpoica; Cenipalma; Fedepalma.

Hussey, G. (1958) An analysis of the factors controlling the germination of the seed of the oil palm, *elaeis guinensis* (Jacq.). Ann. Bot., N.S., 22, 259.

IDEAM. 2001. Estación granja el mira. Tumaco



- Jalani, B.S.; Rajanaidu, N. y Ariffin, D. (1993) Perspectives for the XXI Century: The ideal oil palm and palm oil quality for the future. Trabajo presentado en la X Conferencia Internacional de Palma Aceitera, Santa Marta Colombia, 24 - 29 de mayo de 1993, Fedepalma, Cenipalma y Burotrop. 15 p.
- Jiménez, O. (1991). Pudrición de cogollo en la Palma aceitera en la región de Tumaco, Colombia. *Palmas*, 12, (2): 45-48.
- Mariau, D., Van de Lande, H.L., Renard, J.L., Mollet, M., Rocha De Souza, L., Ríos, R., Orellana, f. y Corrado, F. (1992). Les maladies de type pourriture du coeur sur le palmier à huile en Amérique Latine. *Symptomatologie - Epidémiologie - Incidence. Oléagineux* 47 (11): 605-618.
- MADR, Corpoica. (2008). Evaluación problemática cultivos de palma aceitera Tumaco, área sembrada 35.000 hectáreas, afectadas a la fecha 15.000 hectáreas. Comisión Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corpoica. Tumaco, 25 de enero de 2008. 20 P.
- Mesa, D., J. (2007). Enfermedades en palma de aceite: un reto a sostenibilidad de la agroindustria. Editorial. *Revista Palmas* 28(1): 5-6.
- PURVIS, C. (1956). "The root system of the oil palm: its distribution, morphology and anatomy". *J.W. Afr. Inst. Oil Palm Research*, 1 (4), 61-82.
- Quesada, G. (1997). "Cultivo e industria de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*)" Ministerio de Agricultura y Ganadería, INTA. p.42
- SURRE. C; ZILLER. R. (1969). "La palmera de aceite". *Técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Ed. Blume, Barcelona. 1a edición.
- Tailez, B. (1971) La système racinaire du palmier á huile sur la plantation de san Alberto (Colombie). *Oléagineux*, 26, 435.
- Taniputra, B; Lubis, A.U.; Pamin, K. Y Syukur, S. (1988) Progress of oil palm industry in Indonesia in the last fifteen years (1971 - 1985). In: *Proceedings. 1987 Porim International Palm Oil Conference. Progress & Prospects*, Kuala Lumpur, 23 - 26 June 1987. Module I Agriculture, 737 p. 27 - 35 pp.
- Turner, P., D. (1981). *Oil palm diseases and disorders*. Oxford University Press, Kuala Lumpur, 280 p.