UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGRÍCOLAS Y MANEJO DE POSTCOSECHA

Problema Profesional

Tema: APLICACIÓN DE COSMO R Y COSMOQUEL B COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA. (*Elaeis Guineensis*)

Resolución de un Problema Profesional, previa a la obtención del Grado Académico de Magister en Gestión de Empresas Agrícolas y Manejo de Postcosecha, a través del Examen Complexivo.

AUTOR: Ing. Rafael Santiago Campaña Mora

Ambato - Ecuador

2016

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias:

El Tribunal receptor del Problema Profesional presidido por el Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores Miembros del Tribunal, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato para receptar la Resolución del Problema Profesional con el tema: "APLICACIÓN DE COSMO R Y COSMOQUEL B COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PROGRAMA DE FERTILIZACION DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA. (*Elaeis Guineensis*)", elaborado y presentado por el señor Ingeniero Rafael Santiago Campaña Mora, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión de Empresas Agrícolas y Manejo de Postcosecha, a través del Examen Complexivo; una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg
PRESIDENTE Y MIEBRO DEL TRIBUNAL

CC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA DEL PROBLEMA PROFESIONAL

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en la Resolución del Problema Profesional presentado con el tema: **"APLICACIÓN DE COSMO R Y COSMOQUEL B COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PROGRAMA DE FERTILIZACION DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA. *(Elaeis Guineensis)*"**, me corresponde exclusivamente a Ingeniero Rafael Santiago Campaña Mora.

_____

Ing. Rafael Santiago Campaña Mora

Autor

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que la Resolución del Problema Profesional, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

_____

Ing. Rafael Santiago Campaña Mora

CC. 1803447182

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRIA EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGRICOLAS Y MANEJO DE POSTCOSECHA

Tema: **APLICACIÓN DE COSMO R Y COSMOQUEL B COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PROGRAMA DE FERTILIZACION DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis Guineensis*)**

Autor: Ingeniero Rafael Santiago Campaña Mora

Fecha: 12 de Abril de 2016

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente trabajo de investigación es la generación de una propuesta acerca de la aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B como complemento nutricional en el programa de fertilización del cultivo de palma africana (Elaeis guineensis), para el efecto, se incluye la aplicación adicional de los fertilizantes Cosmo R y Cosmoquel B en el programa de fertilización del cultivo de palma africana en la fase de vivero, y Cosmo R en la fase de producción. En la fase de vivero se muestra la aplicación de dosis bimensuales de Cosmo R y Cosmoquel B durante ocho meses y los beneficios que representa en disminución de costos e incidencia de ataque temprano de pudrición de cogollo en plántulas. En la fase de producción muestra la aplicación de una dosis bimensual de Cosmo R en cinco diferentes edades de plantación que van de uno a diez años y los beneficios expresados en términos de reducción de costos y disminución de incidencia de pudrición de cogollo.

Descriptores: Cogollo, costos, disminución, fertilización, incidencia, nutrición, palma, producción, pudrición, vivero.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRIA EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGRICOLAS Y MANEJO DE POSTCOSECHA

Theme: **COSMO R AND COSMOQUEL B APPLICATION AS A NUTRITIONAL SUPPLEMENT IN CROP FERTILIZATION PROGRAM OF AFRICAN PALM (*Elaeis Guineensis*)**

Author: Engineer Rafael Santiago Campaña Mora

Date: April 12th, 2016

EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this research is the generation of a proposal on the implementation of Cosmo R and Cosmoquel B as a nutritional supplement in the fertilization program of African palm crop (Elaeis guineensis) to the effect, the additional application it included Cosmo R and Cosmoquel B in the fertilization program of palm crop in the nursery stage, and Cosmo R in the production phase. In the nursery phase implementation of bi-monthly dose of Cosmo R and Cosmoquel B shown for eight months and the benefits that accrue in lower costs and incidence of attack early bud rot in seedlings. In the production phase shows the application of a bi-monthly dose of Cosmo R in planting five different ages ranging from one to ten years and benefits expressed in terms of cost reduction and reduced incidence of bud rot.

Descriptors: Bud rot, costs, decay , decreased, fertilization, incidence, nutrition, palm, production, nursery.

ÍNDICE

Contenido:

INTRODUCCION……..…1

1. TEMA…….....3
2. CONTEXTUALIZACIÓN……..3
3. ANÁLISIS CRÍTICO……..7
   3.1. Diagrama Causa Efecto……7
4. OBJETIVOS……8
   4.1. Objetivo General……8
   4.2. Objetivos Específicos……...8
5. MARCO TEÓRICO……9
   5.1. El cultivo de Palma africana……...11
   5.2. El cultivo de Palma Africana en el Ecuador……...11
   5.3. Nutrición en el cultivo de Palma Africana……13
      5.3.1. Fertilización……..13
      5.3.2. Mecanismos de acción de los nutrientes……...13
      5.3.3. Efectos específicos de algunos nutrientes……15
      5.3.4. Nutrición en palma y Pudrición del Cogollo (PC)……..…19
   5.4. La pudrición de Cogollo……20
      5.4.1. Causas de la pudrición de Cogollo (PC)……...21
      5.4.2. La relación planta – patógeno – ambiente……22
      5.4.3. La Pudrición de Cogollo (PC) en el Ecuador……...23
   5.5. Plan de acción contra la Pudrición de Cogollo (PC)…….….24
      5.5.1. Censo de la Pudrición de Cogollo en el Ecuador……25
   5.6. Manejo de la Pudrición de Cogollo……26
      5.6.1. Manejo de Viveros……27
      5.6.2. Manejo de Suelos……..…27
      5.6.3. Manejo integrado de Plagas……..28
      5.6.4. Manejo de la Nutrición……28
      5.6.5. Erradicación de Palmas con Pudrición de Cogollo (PC)……..28

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ……...29
6.1. ENFOQUE…….29
6.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN……...29
6.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN……30
6.4. POBLACIÓN Y MUESTRA…….....31
6.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN……...32
7. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS……...33
7.1. Aplicación de fertilización edáfica con la fuente Sumicoat I, Cosmo R, Cosmoquel B para viveros de palma africana……..33
7.2. Aplicación de fertilización edáfica con la fuente Sumicoat II y Cosmo R y para palma africana en producción…….....37
7.2.1 Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 1 a 2 años…….…..40
7.2.2 Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 2 a 4 años……..42
7.2.3 Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 4 a 6 años…….……..44
7.2.4 Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 6 a 10 años……..……...46
7.2.5 Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de más de 10 años……...48
8. CONCLUSIONES…….……50
9. PROPUESTA DE SOLUCIÓN…….52
10. BIBLIOGRAFIA……...…....54

INTRODUCCION

La sostenibilidad es un término que se ha utilizado ampliamente en los últimos años en muchos aspectos de nuestras vidas, y especialmente en la agricultura debido al efecto de que los métodos de producción de los cultivo tienen sobre el medio ambiente (Hanson et al, 2007; Atkinson y McKinlay, 1997).Según indica Lewandowski et al. (1999), la agricultura sostenible es la gestión y la utilización del ecosistema agrícola de manera que mantiene su diversidad biológica, la productividad, la regeneración capacidad, la vitalidad y capacidad para funcionar, de modo que pueda ser hoy y en el futuro significativamente ecológica y económica; cumplir funciones sociales a nivel local, nacional y mundial además de proteger los ecosistemas.

Según Hanson et al, (2007), para cumplir con la alimentación y las necesidades nutricionales de una población creciente, la agricultura tendrá que ir más allá y poner énfasis en la productividad para abarcar mejora de la salud pública, el bienestar social y una medio ambiente sano. También, es importante para encontrar medidas alternativas en el control de enfermedades de las plantas, que protegan el medio ambiente y, al mismo tiempo aumento del rendimiento y mejorar la calidad del producto. En los cultivos de palma africana (*Elaeis Guineensis*) en Ecuador se presentan varias enfermedades de carácter biótico que bajo ciertas circunstancias tienen una incidencia de tal magnitud que causan disminuciones importantes de los rendimientos y la rentabilidad del cultivo.Un ejemplo de este tipo de problemas es la Pudrición del Cogollo (PC). Según Huber (1997), existe un concepto de aceptación general, según el cual un organismo bien nutrido tiene menos riesgo de enfermarse y si se enferma, tolera más la enfermedad, es decir, se afecta menos.

En tal virtud es necesario conocer qué relaciones existen entre el estado nutricional de las plantas y la ocurrencia de las enfermedades; cuales son las enfermedades que presentan relaciones con la nutrición; cuales son los nutrientes y cómo influyen en las enfermedades; y del mismo modo, de acuerdo con Munévar (2004), si el conocimiento que se tiene sobre el tema para otros cultivos puede ser aplicable a la palma africana y si podría esperarse que en la práctica el manejo nutricional eventualmente pueda llegar a ser parte del manejo de las enfermedades.

1. TEMA

APLICACIÓN DE COSMO R Y COSMOQUEL B COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PROGRAMA DE FERTILIZACION DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA. *(Elaeis guineensis)*

2. CONTEXTUALIZACIÓN

En la actualidad, la innovación agrícola en el área de producción representa gran importancia por cuanto sabemos que la población mundial esta es un constante crecimiento, según proyecciones de FAO, en 2050 ascenderá a 9,3 billones y por tanto también la demanda de alimentos necesitara incrementarse de un 50 a 60% , es decir, todos quienes nos vemos inmersos en el área de protección y producción de cultivos tenemos el reto global de producir alimentos en mayor cantidad utilizando las mismas áreas que actualmente se destinan a la agricultura, ya que esta actividad proveerá del 80 a 85% de la demanda y deberá hacerlo a la vez, protegiendo la biodiversidad y cuidando el medio ambiente. Para lograr que esta relación se plasme en una realidad, es necesario poner a disposición los medios tecnológicos así como los conocimientos e innovaciones que permitan desarrollar eficientemente los mecanismos de producción de alimentos a nivel mundial.(Perdomo, J. 2014)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) nos provee las herramientas necesarias para maximizar la producción de manera sostenible y minimizar las

pérdidas de producción a causa de malezas, insectos y enfermedades. En un escenario que presenta riegos, desafíos y oportunidades, la agricultura de Latino América es la protagonista. De acuerdo a FAO, alrededor de un 45% de las cosechas a nivel mundial se pierden por causa de plagas y enfermedades. Latinoamérica representa el 13,5% de la población mundial y con el 24% del área cultivable, contribuimos con un 11% de la producción alimentaria global.(Perdomo, J. 2014)

En todo este escenario el principal protagonista es el agricultor, quien tiene que elevar su nivel de productividad, calidad, reducir costos, proteger la innocuidad de alimentos y preservar el ambiente. De los 7 billones de habitantes del mundo, el 19% (1,4 billones), somos trabajadores en Agricultura, de los cuales un 97% se encuentran en países en vías de desarrollo. La inversión en Investigación y Desarrollo como parte de la revolución verde entre 1980 y 2004 permitieron que el PIB haya crecido un 2% anual, en comparación al 1.6% de la población mundial. Los rendimientos en los principales cultivos han crecido en la mayor parte de casos sobre un 70% lo que a su vez se ha traducido en un incremento del 23% de las exportaciones no tradiciones de América Latina y el Caribe en el año 2013. Gracias a la tecnología, los rendimientos se incrementaron en un 70%; se reporta un crecimiento de agricultura por un 23% en expansión y un 7% en intensificación en América Latina. (Perdomo, J. 2014)

Sin la protección de cultivos aproximadamente un 48% de las cosechas se perderían. Aun así, la influencia del ataque de plagas y enfermedades amenaza con reducciones de producción de hasta un 72% en los principales cultivos a nivel mundial. Para producir mayor cantidad de alimentos con menos recursos se requiere inversión en investigación, desarrollo y nuevas tecnologías; del mismo modo, potenciar las tecnologías ya existentes y que han probado ser de utilidad en la maximización y protección de la productividad a través del tiempo. (Perdomo, J. 2014)

Específicamente, en el cultivo de palma africana, en los últimos 5 años la Pudrición de Cogollo (PC), ha causado la pérdida de más de 23000 hectáreas de cultivo en la provincia de Esmeraldas, Sucumbíos Y Francisco de Orellana. Estas 23.000 hectáreas de plantaciones de palma, representan una pérdida en inversión agrícola de aproximadamente 150 millones de dólares, sin embargo, los principales efectos de esta devastadora enfermedad son de carácter social, debido a la pérdida de por lo menos 8.000 empleos directos y otros 16.000 indirectos en las zonas afectadas.(ANCUPA, 2015)

Las pérdidas se cuantifican también en la reducción de la producción de aceite de palma de estas zonas. Según los reportes que presentan las cuatro extractoras presentes en la zona de San Lorenzo, el volumen de fruta procesada que en 2009 llegó a 323.000 toneladas, el cual ha descendido a 204.000 toneladas en 2014. Esta disminución de cerca de 120.000 toneladas de fruta anual, equivale a 40.000 toneladas de aceite que se dejaron de producir anualmente sólo en dicha zona. Con estos antecedentes, es necesario avanzar en el manejo de la enfermedad basados en el mantenimiento y mejora del manejo en viveros, manejo de suelos, manejo integrado de plagas–trampeo y sobre todo el Manejo de la Nutrición, propendiendo a dotar a las plantaciones de condiciones naturales de resistencia al ataque de esta plaga, la misma que puede ser inducida a la planta a través fertilización adecuada en cantidad y oportunidad y cuya asimilación, mediante procesos fisiológicos eventualmente se traduzca en un mejor desarrollo a nivel general que del mismo modo pueda en lo posterior representar el potencial genético y expresarlo en el incremento de productividad.(ANCUPA, 2015)

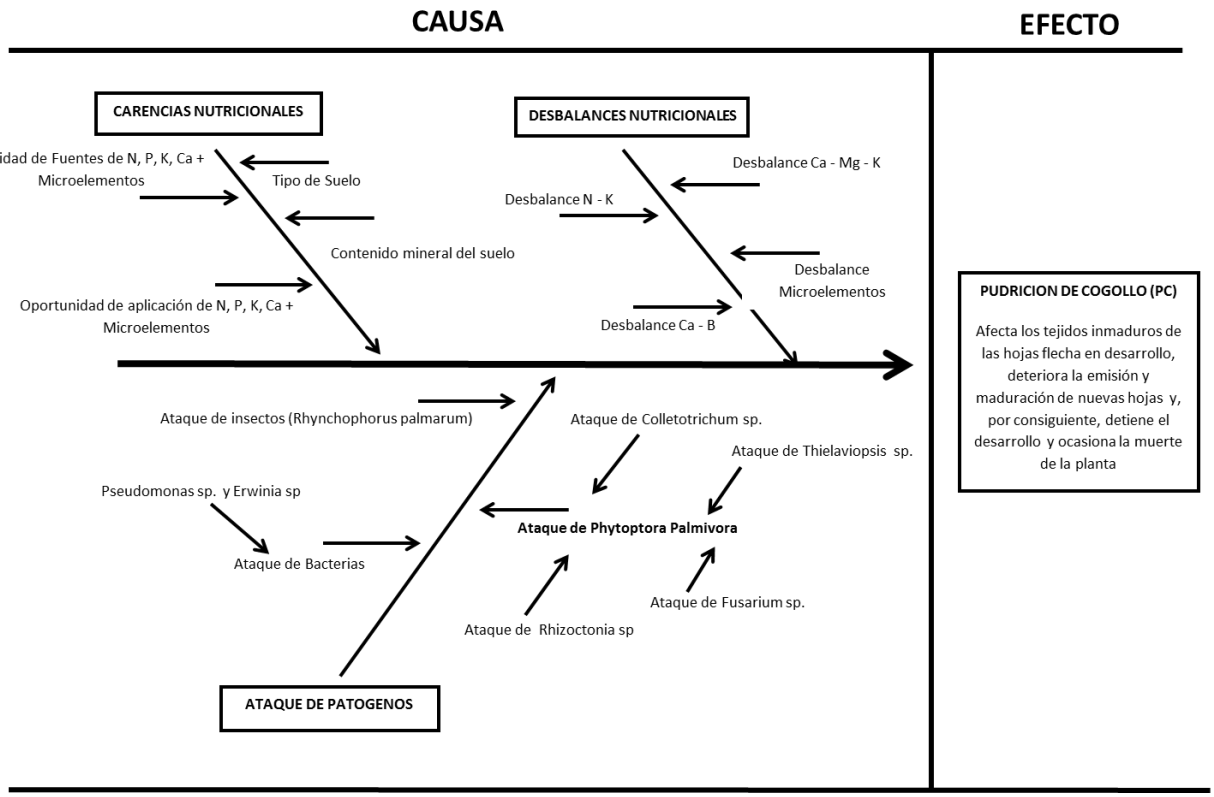
Las investigaciones básicas y aplicadas han comprobado que el manejo nutricional de los cultivos es una herramienta útil para el manejo de las enfermedades, ya que la relación entre el estado nutricional de una planta y su reacción a los patógenos no es producto de la casualidad, sino que está sustentada

científicamente y se cuenta con explicaciones al nivel de mecanismos bioquímicos y fisiológicos específicos. (Munévar, F. 2004)

El conocimiento general sobre la relación entre la nutrición y las enfermedades puede utilizarse para el manejo sanitario de la palma africana. Por lo general, un suministro balanceado de nutrientes que asegure un crecimiento vegetal óptimo, también es adecuado para lograr resistencia a las enfermedades. Los estudios que se adelantan sobre la relación entre la nutrición y los problemas sanitarios del cultivo de palma africana deben continuarse y profundizarse, pues los resultados que han arrojado hasta el presente son muy promisorios. Dichos estudios muestran que carencias de algunos nutrientes y desbalances entre ellos actúan como factores de predisposición a la enfermedad, la cual es causada por patógenos débiles. Dichos estudios también señalan que los desbalances entre N y K, entre Ca y B y entre los elementos Ca, Mg y K propician el desarrollo de la enfermedad y han mostrado cómo el manejo integral de la nutrición debe hacer parte de las estrategias de manejo integrado de la Pudrición de Cogollo. (Munévar, F. 2004)

3. ANÁLISIS CRÍTICO

3.1. Diagrama Causa – Efecto



4. OBJETIVOS

4.1. General

Realizar la aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B como complemento nutricional dentro del programa de fertilización del cultivo de Palma Africana.

4.2. Específicos

Establecer dosis y frecuencia de aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B dentro del programa fertilización del cultivo de Palma Africana.

Evaluar la contribución de la aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B como complemento nutricional en la fase de vivero del cultivo de Palma Africana.

Evaluar la contribución de la aplicación de Cosmo R como complemento nutricional en la fase de producción del cultivo de Palma Africana.

5. MARCO TEORICO

5.1. El Cultivo de Palma Africana

La palma africana es una planta tropical propia de climas cálidos cuyo origen see ubica en la región occidental y central del continente africano, concretamente en el golfo de Guinea, de ahí su nombre científico *Elaeis guineensis* Jacq., donde ya se obtenía desde hace 5 milenios. A pesar de ello, fue a partir del siglo XV cuando su cultivo se extendió a otras regiones de África. Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI a través del tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. En esta misma época pasa a Asia Oriental (Indonesia, Malasia, etc.). (ANCUPA, 2013)

La Palma africana pertenece a la Familia: *Arecaceae.* y la Especie: *Elaeis Guineensis* Jacq.. Se trata de una palmera monoica con tronco erecto solitario que puede alcanzar más de 40 m de altura en estado natural. En cultivos industriales para la obtención de aceite su altura se limita a los 10-15 m, con un diámetro de 30-60 cm cubierto de cicatrices de hojas viejas. La palma africana es una planta propia de la región tropical calurosa, por ello se ubica en aquella zonas que presentan temperaturas medias mensuales que oscilan entre 26 ˚C y 28 ˚C, siempre que las mínimas mensuales no sean inferiores a 21 ˚C. Temperaturas inferiores a 17 ˚C durante varios días provocan una reducción del desarrollo de plantas adultas y en vivero detienen el crecimiento de las plántulas. No soporta heladas. En cuanto a las precipitaciones, las condiciones favorables para esta especie están determinadas por la cantidad y distribución de las lluvias, que presentan rangos oscilantes entre 1800 mm y 2300 mm al año. Sin embargo, se

puede presentar el caso de regiones con precipitaciones superiores a los 2300 mm, pero con largas épocas de sequía, razón por la cual los rendimientos no se corresponden con el régimen hídrico de la zona. A pesar de ello, se estima que una disponibilidad de 125 mm al mes, es suficiente para lograr las máximas producciones, lo que indicaría, que zonas con 1500 mm de lluvia al año, regularmente distribuidas, son deseables para el cultivo de la palma africana. En relación a la luz, la palma africana se identifica como planta heliófila, por sus altos requerimientos de luz. Para lograr altas producciones se requieren 1500 horas de luz al año, aproximadamente, siendo importante la distribución de las mismas. Por ello, las zonas que presentan valores medios mensuales superiores a las 125 horas de luz, se consideran adecuadas para el cultivo de esta planta. La insolación afecta, además, a la emisión de las inflorescencias, fotosíntesis, maduración de los racimos y contenido de aceite del mesocarpio. En cuanto a la humedad relativa, es necesario un promedio mensual superior al valor de 75%.(ANCUPA, 2013)

La palma africana se siembra en 42 países y la producción a nivel mundial es de 35 millones de toneladas y con respecto a la producción de otros aceites vegetales está en segundo lugar. Los principales países productores son Malasia en primer lugar, Indonesia, Nigeria, Tailandia, Colombia, Nueva Guinea, Costa de Marfil, Ecuador, Costa Rica y Congo. El 90% de la producción del aceite de Palma se utiliza con fines alimenticios y el 10% restante en aplicaciones industriales ya que tiene la característica de permanecer estable en algunas temperaturas. (FAO, 2011)

5.2. El cultivo de Palma Africana en el Ecuador

En el Ecuador los primeros cultivos de palma africana datan del año 1953, con una plantación en el Km. 37 de la vía Santo Domingo - Quinindé, con material Dura Deli procedente de Honduras. En 1970 varios palmicultores visionarios tuvieron el talento de fundar ANCUPA, gremio que desde sus orígenes tuvo como principal objetivo servir al palmicultor. El primer Presidente fue el Sr. Antonio Granda Centeno y como primer Secretario Ejecutivo el Sr. Fidel Egas Grijalva quienes reconocieron la importancia de organizarse para promover el cultivo de palma en el Ecuador. En febrero de 1994 el Ecuador realiza sus primeras exportaciones de aceite de palma, totalizando un volumen de 6.400 toneladas anua- les exportadas, marcando de esta forma, un hito en la contribución de la cadena productiva del aceite de palma a la economía del país. Impulsado por el esfuerzo de los palmicultores ecuatorianos, la producción de aceite de palma ha crecido de forma sostenida, convirtiéndose en el segundo cultivo más extenso del Ecuador, con más de 280.000 hectáreas sembradas, las cuales pertenecen a aproximadamente 7.000 palmicultores. Actualmente más de 50.000 personas tienen empleo directo, digno y estable, y otros 100.000 empleos indirectos, convirtiéndose en un motor para el desarrollo rural de las zonas económicamente más deprimidas del país. (ANCUPA, 2013)

La palma aceitera encontró extraordinarias condiciones para prosperar en el Ecuador, zonas con abundante sol y lluvia, suelos generosos y fértiles, y sobre todo agricultores que inmediatamente identificaron los extraordinarios beneficios ambientales, sociales y económicos que genera el cultivo de esta oleaginosa. La inversión agrícola en el cultivo de palma supera los 1.100 millones de dólares, este primer eslabón en la cadena productiva del aceite de palma provee de la materia prima para las 40 plantas extractoras que operan en el país. Las actividades del cultivo de palma y la extracción de aceite son por naturaleza de carácter inclusivo. (ANCUPA, 2013)

El total de producción de aceite en el 2014 fue de más o menos 500.000 toneladas métricas provenientes de 2.5 millones de TM de fruta; el excedente disponible de aceite de palma y derivados para exportación superan las 300.000 TM, el 55% de la producción total del Ecuador. Las exportaciones en estos rubros alcanzaron los 271 millones de dólares en 2013, ocupando el cuarto lugar entre los productos no tradicionales. El 45% de la producción nacional de aceite de palma, cubre plenamente la demanda local de aceites y grasas vegetales, contribuyendo a la soberanía alimentaria del Ecuador. Por sus cualidades alimenticias y los beneficios a la salud, el aceite de palma se ha posicionado como parte fundamental de la dieta de los ecuatorianos. Actualmente, es uno de los cuatro alimentos que contribuyen en mayor proporción al consumo diario de energía en nuestro país. El aceite crudo de palma, a la temperatura ambiente, está constituido por una parte sólida (estearina) y una parte líquida (oleína), cada una de las cuales ofrece grandes beneficios y usos. Su alto contenido de elementos antioxidantes como la vitamina E y el betacaroteno (precursor de la vitamina A), lo han llevado a ser considerado como un milagro que puede hacer frente al proceso de envejecimiento, contribuir a la pérdida de grasa y combatir las cardiopatías. (ANCUPA, 2013)

Por su composición física, el aceite de palma aceitera puede usarse en diversas preparaciones sin necesidad de hidrogenarse. Actualmente, es el segundo aceite más consumido en el mundo y se emplea como: aceite de cocina, para elaborar productos de panadería, pastelería, confitería, heladería, sopas instantáneas, salsas, diversos platos congelados y deshidratados, cremas no lácteas para mezclar con el café, etc. A su vez, los aceites de palma y palmiste sirven de manera especial en la fabricación de productos oleo - químicos como los ácidos grasos, alcoholes grasos, compuestos de nitrógeno graso y glicerol, elementos esenciales en la producción de jabones, detergentes, lubricantes para pintura, barnices, gomas y tinta. En los últimos tiempos ha venido tomando fuerza su utilización como biocombustible. El biodiesel en la actualidad es una nueva

alternativa para la utilización del aceite de palma como materia prima de otros productos. (ANCUPA, 2013)

5.3. NUTRICION EN PALMA AFRICANA

5.3.1. Fertilización

El programa de fertilización debe diseñarse tomando en cuenta el análisis químico del suelo, el análisis foliar, los niveles de rendimiento y la edad de las palmas y los niveles críticos de los nutrientes expresados a través de los análisis de suelo y foliares. Los niveles críticos se consideran deficiencias. Para la aplicación de fertilizantes, debe tenerse en cuenta que el mayor porcentaje de raíces absorbentes se encuentra a unos 25 cm de profundidad, y que las raíces se extienden en la misma forma que su follaje o corona. La aplicación de los fertilizantes se hace en círculos de 0,50 m de radio en palmas al año del trasplante, de 1,50 m a los dos años, y de 2,00 m a los 3 años. El círculo se agranda en 0,50 m cada año. (IICA, 2006)

5.3.2. Mecanismos de acción de los nutrientes sobre las enfermedades

El papel de los nutrientes de las plantas que estamos más acostumbrados a considerar es aquel relacionado con sus funciones en el metabolismo, a través del cual afectan el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, la nutrición mineral también tiene efectos secundarios sobre el crecimiento y el rendimiento, a través de su influencia sobre el patrón de crecimiento, la morfología y la anatomía de la planta y sobre su composición química. Cambios inducidos por los nutrientes en estas características pueden representar aumento o disminución tanto de la resistencia como de la tolerancia de la planta a las

enfermedades. El efecto específico que se produzca depende del nutriente en consideración, la modificación específica en su disponibilidad o concentración (aumento o disminución), la naturaleza del patógeno y el genotipo vegetal. (Cristancho, J. 2012)

Para una mejor comprensión de este tema, conviene tener presente la diferencia entre tolerancia y resistencia a las enfermedades así: *resistencia* es la habilidad de la planta para limitar la penetración, el desarrollo y la reproducción del patógeno invasor, mientras que *tolerancia* es la habilidad de la planta para mantener su propio crecimiento y producción a pesar del ataque de la enfermedad. (Marschner, 1995).

Una revisión de literatura muy extensa realizada por Huber (1997) que incluyó 1.180 informes permitió a dicho autor señalar que todos los elementos esenciales para las plantas pueden influenciar algunas enfermedades, y aunque ningún nutriente las combate todas en todas las especies vegetales, la severidad de la mayoría de ellas puede reducirse de manera apreciable con una nutrición adecuada. El citado autor presenta un resumen de la revisión que adelantó, con base en el cual se presenta Es claro que con excepción del nitrógeno (N) y del azufre (S), al aumentar la disponibilidad de los elementos, el efecto más frecuente es una disminución de la enfermedad. Más adelante se explican algunas razones que determinan el comportamiento diferente del Nitrógeno (N) en relación con los otros nutrientes. (Munévar, F. 2004)

5.3.3. Efectos específicos de algunos nutrientes

Como un primer ejemplo de mecanismos de acción de la nutrición sobre la relación planta – patógeno, se describe a continuación el modelo utilizado por Marschner (1995), para explicar el proceso de penetración de una hifa de un hongo en la superficie de una hoja: La presencia de sustancias fenólicas y flavonoides que tienen propiedades fungistáticas, las cuales en muchos casos están en mayores concentraciones en las células epidérmicas, mientras que la formación de dichas sustancias se ve limitada y por tanto hay acumulación de fenol cuando las plantas tienen deficiencias de algunos nutrientes como cobre (Cu) y boro (B). La presencia de formas poliméricas de silicio (Si) que actúan como una barrera física para la penetración del patógeno. La tasa de difusión y la composición de los exudados citoplasmáticos al exterior son aspectos que se afectan por la disponibilidad de nutrientes. Por ejemplo, la concentración de azúcares y aminoácidos es elevada en las hojas cuando hay deficiencia de potasio (K), y como estas sustancias favorecen el desarrollo de los hongos, su mayor concentración favorece las enfermedades fungosas. La concentración de aminoácidos es también alta cuando hay excesos de N. La permeabilidad de las membranas citoplasmáticas se aumenta cuando hay deficiencia de Calcio (Ca) o de Boro (B) y esto favorece la acumulación de aminoácidos y azúcares en el apoplasto (región externa al citoplasma), lo cual ocurre también con la deficiencia de K, que limita la síntesis de polímeros. La participación del Ca en la estructura de la pared celular, cuya rigidez se pierde por deficiencia de dicho elemento y por tanto se facilitan las infecciones. (Marschner, H. 1995)

El modelo antes descrito permite comprender por qué la relación entre el estado nutricional de una planta y su reacción a los patógenos no es producto de la casualidad, sino que está sustentada científicamente y se cuenta con explicaciones al nivel de mecanismos bioquímicos y fisiológicos específicos. (Marschner, H. 1995)

Está establecido por ejemplo que altos niveles de suministro de N aumentan la severidad de las enfermedades causadas por hongos que actúan como parásitos obligados, pero tienen el efecto contrario sobre las enfermedades causadas por hongos facultativos y la mayoría de las enfermedades causadas por bacterias. El contraste en comportamiento está asociado a la diferencia en requerimientos nutricionales de los dos grupos de patógenos. Debido a esto, los efectos de altos niveles de N sobre la severidad de las enfermedades no se pueden generalizar (Marschner, H. 1995).

Dados los efectos del N y del K antes mencionados, la relación entre la concentración de N y de K en los tejidos de las plantas tiene efectos sobre el desarrollo de las enfermedades, por lo cual cuando hay una alta relación N/K, el mecanismo de acción del bajo K y el del alto N se refuerzan y esto favorece el desarrollo de las enfermedades fungosas. Esta condición explica las observaciones que han permitido sugerir que la alta relación N/K hace parte de los factores de predisposición de la palma africana a la enfermedad de la Pudrición de Cogollo. (Perrenoud, S. 1990)

A los mecanismos de acción ya anotados para el Ca debe agregarse que el suministro adecuado de este elemento permite la inhibición por parte de la planta de las enzimas pectolíticas de los patógenos que son las que les permiten realizar la infección de los tejidos vegetales y también que, por otra parte, el Ca en exceso limita la disponibilidad del K en el sistema suelo-planta, causando un efecto similar a la deficiencia de K. (Munévar, Acosta, 2002).

Los micronutrientes considerados en conjunto (Boro (B), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Zinc (Zn), principalmente) actúan sobre las relaciones planta-patógeno a través de diferentes mecanismos como en la síntesis de sustancias fenólicas y flavonoides (efecto fungistático); metabolismo de las sustancias

fenólicas; la síntesis de flavonoides; la síntesis de lignina y el flujo de sustancias de bajo peso molecular al exterior de las células. (Munévar, Acosta, 2002).

En cuanto al Silicio (Si), además del mecanismo de acción ya anotado al explicar la Figura 1, se conoce de la existencia de mecanismos de carácter bioquímico, como lo es la promoción de la síntesis de metabolitos de bajo peso molecular, en particular fitoalexinas, con capacidad de restringir el crecimiento de los hongos. Este mecanismo fue estudiado por Fawe *et al*. (1998) en cohombro y lo calificaron como una resistencia sistémica adquirida. (Epstein, E. 2001).

Cuando una planta se infecta por un hongo, sus defensas naturales se desencadenan. Las causas de infección aumentaron producción de compuestos fenólicos y flavonoides hongo inhibición, tanto en el sitio de la infección y en otras partes del la planta. La producción y el transporte de estos compuestos es controlada en gran parte por la nutrición de la planta. Por lo tanto, la escasez de nutrientes clave como N, K, Ca, B, Mn, Cu, Zn y reducen la cantidad de compuestos antifúngicos naturales en el sitio de la infección. Es de importancia la adición del B por cuanto ayuda a reducir la infección de las enfermedades, y disminuye sus efectos, además, de su papel en la formación de complejos de carbohidrato-borato, que controlan el transporte de carbohidratos y el metabolismo de las proteínas de la pared celular, la permeabilidad de la membrana celular y su estabilidad, el metabolismo de fenoles, y un papel principal en la síntesis de la lignina. Se ha demostrado que cuando B es deficiente, las paredes celulares de las plantas tienden a hincharse y división, y que resulte en debilitado el espacio intercelular. Esto da lugar a una barrera física debilitado a la infección y la expansión de la infección inicial. (Spectrum Analytic, 2002)

El B también juega un papel en la producción de compuestos de protección de la enfermedad y las estructuras dentro de las plantas. Con una escasez de B, los

exudados de plantas contienen mayores cantidades de compuestos tales como azúcares y aminoácidos que promueven el establecimiento de la mayoría de las infecciones por hongos. El trabajo con las propiedades fungicidas de Cu llevó al descubrimiento de que es un nutriente esencial también. Como Mn, el cobre es un nutriente esencial para las plantas superiores. La fertilización cobre ha disminuido la gravedad de una amplia gama de enfermedades fúngicas y bacterianas. . (Spectrum Analytic, 2002)

Mientras el Cu se conoce para controlar las enfermedades cuando se aplica foliar, muchas veces las enfermedades foliares fueron controlados con aplicaciones al suelo de Cu. El Mn juega un papel clave en la producción de compuestos fenólicos y la formación de lignina, dos de los principales elementos de un arsenal plantas contra las enfermedades de hecho, el Mn ha sido usado para contribuir a la eliminación de hongos y enfermedades bacterianas, y ha sido uno de los ingredientes activos de algunos fungicidas al igual que el Zn que es directamente tóxico para algunos patógenos; las aplicaciones de Zn han reducido los efectos de algunas especies de Fusarium. (Spectrum Analytic, 2002)

El Zn ayuda tanto en la producción y desintoxicación de radicales de oxígeno y peróxido de hidrógeno, limitando de este modo el daño a las células vegetales; es esencial para la integridad y la estabilidad de las membranas vegetales y se cree que ayuda a prevenir la fuga de elementos esenciales o compuestos en las células vegetales. Se ha encontrado en algunas plantas que una deficiencia de Zn causó la fuga de azúcares sobre la superficie de la hoja. Este exceso de azúcar, además de algunas otras secreciones de azúcares en otras superficies de las plantas, tiende a mejorar la exitosa invasión de hongos y bacterias. (Spectrum Analytic, 2002)

5.3.4. Nutrición en palma y Pudrición del Cogollo (PC)

En los cultivos de palma de africana, se presentan varias enfermedades de carácter biótico, cuya distribución y severidad difieren según las zonas de cultivo, pero que bajo ciertas circunstancias tienen una incidencia de tal magnitud que causan disminuciones importantes de los rendimientos de fruto y aceite y la rentabilidad del cultivo. Un ejemplo de este tipo de problemas es la Pudrición del Cogollo. Existe un concepto de aceptación general, según el cual un organismo bien nutrido tiene menos riesgo de enfermarse y si se enferma, tolera más la enfermedad, es decir, se afecta menos. A pesar del carácter general de este concepto, el mismo no puede ser utilizado para el manejo de las enfermedades de las plantas cultivadas comercialmente, salvo que se profundice en él y se lleguen a conocer los aspectos específicos de cómo actúa este tipo de relación en las plantas. (Huber, D. 1997).

Es por tanto necesario conocer qué relaciones específicas existen entre el estado nutricional de las plantas y la ocurrencia de las enfermedades; en qué enfermedades se presentan relaciones con la nutrición; qué nutrientes y de qué forma influyen en las enfermedades; y finalmente si el conocimiento que se tiene sobre el tema para otros cultivos puede ser aplicable a la palma de aceite y si podría esperarse que en la práctica el manejo nutricional haga parte del manejo de las enfermedades de la palma de aceite. (Huber, D. 1997).

Según, Los estudios más detallados entre la nutrición y las enfermedades de la palma de aceite en Colombia los ha adelantado Cenipalma, en relación con la enfermedad de la Pudrición del Cogollo (Acosta et al., 2002; Acosta, Munévar, 2003; Gómez et al., 2000; Munévar, Acosta, 2002; Munévar et al., 2001). Dichos estudios muestran que carencias de algunos nutrientes y desbalances entre ellos actúan como factores de predisposición a la enfermedad, la cual es causada por

patógenos débiles. Dichos estudios también señalan que los desbalances entre N y K, entre Ca y B y entre los elementos Ca, Mg y K propician el desarrollo de la enfermedad y han mostrado cómo el manejo integral de la nutrición debe hacer parte de las estrategias de manejo integrado de la Pudrición de Cogollo. (Munévar, F. 2004)

Las investigaciones básicas y aplicadas han comprobado que el manejo nutricional de los cultivos es una herramienta útil para el manejo de las enfermedades, ya que la relación entre el estado nutricional de una planta y su reacción a los patógenos no es producto de la casualidad, sino que está sustentada científicamente y se cuenta con explicaciones al nivel de mecanismos bioquímicos y fisiológicos específicos. (Munévar, F. 2004)

El conocimiento general sobre la relación entre la nutrición y las enfermedades puede utilizarse para el manejo sanitario de la palma de aceite. Por lo general, un suministro balanceado de nutrientes que asegure un crecimiento vegetal óptimo, también es adecuado para lograr resistencia a las enfermedades. (Munévar, F. 2004)

5.4. LA PUDRICION DE COGOLLO (PC)

La Pudrición del Cogollo (PC) es una enfermedad letal que afecta a la región del cogollo y al paquete de flechas de la planta, provocando una pudrición que va descendiendo hasta llegar al punto de crecimiento (meristemo) de la palma, sus principales síntomas son:

- Amarillamiento de las hojas nuevas (parte central) del cogollo, denominado también clorosis.

- Lesiones necróticas de la hoja flecha o bandera, las que después descienden hacia los tejidos meristemáticos.

- La flecha puede o no estar acompañada de doblamiento.

- La pudrición en el tejido meristemático aparece como una licuefacción de tejidos, con emisión de un olor fétido.

5.4.1. Causas De La Pudrición De Cogollo (Pc)

Por más de cuarenta años el agente causal de la enfermedad no fue correctamente identificado. Recientemente, como resultado de los trabajos realizados por el Centro de Investigación de Palma de Aceite (Cenipalma) de Colombia, se logró identificar a Phytophthora palmivora Butl, como el agente causante de las primeras lesiones, posteriormente se presentan patógenos oportunistas: varios hongos (Fusarium spp., Colletotrichum sp., Thielaviopsis sp., y Rhizoctonia sp, entre otros), bacterias (Pseudomonas sp. y Erwinia sp) e insectos (Rhynchophorus palmarum) que promueven el proceso de pudrición, el cual se inicia en los tejidos inmaduros de las flechas que se están desarrollando. La PC afecta los tejidos inmaduros de las flechas en desarrollo, deteriora la emisión y maduración de nuevas flechas y, por consiguiente, detiene el desarrollo futuro de la planta (Martínez et al., 2010).

Es generalizada la hipótesis de que un agente biótico (ej: hongos, bacterias, etc.) interactúa con agentes abióticos (ej: temperatura, exceso de humedad, estado nutricional del suelo, etc.). Estudios recientes realizados conjuntamente entre ANCUPA y la Universidad de Puerto Rico, demostraron que

los hongos *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* (Ronquillo et al., 2013) están asociados al proceso de infección. En Colombia, estudios del CIAT establecieron la asociación de *Phytophthora* sp. con la pudrición del cogollo, reproduciendo síntomas de la enfermedad cuando se inocularon palmas de 2 años de edad (Álvarez et al., 2007), y CENIPALMA demostró que el cromista *Phytophthora palmivora*, está asociado a la infección inicial bajo condiciones de plantas jóvenes (Ronquillo et al., 2008).

5.4.2. La relación planta - patógeno - ambiente

Un concepto básico de la fitopatología establece que las enfermedades de las plantas son el resultado de una interacción entre la planta que sufre la enfermedad, el patógeno que la causa y el ambiente que regula el crecimiento y demás funciones de los organismos involucrados Se requiere una combinación específica de condiciones de la planta, del patógeno y del ambiente para que se presente una enfermedad; la planta debe estar bajo condiciones que la hagan susceptible a la enfermedad; el patógeno debe estar presente en condiciones específicas de tiempo, lugar, densidad de población y virulencia para que pueda causar la enfermedad; y las condiciones del ambiente deben ser tales que tanto planta como patógeno reúnan las condiciones requeridas para el desarrollo de la enfermedad. Esta interacción no sólo determina la ocurrencia de las enfermedades de las plantas, sino también el grado de severidad con el cual se presentan en ellas.(Huber, D. 1997).

El efecto regulador del ambiente tiene que ver con el ambiente físico, químico o biológico. Como parte del ambiente físico están las condiciones climáticas; como ejemplo de componentes del ambiente químico pueden mencionarse las características químicas del suelo donde crece la planta y podría estar presente el patógeno y como parte del ambiente biótico deben considerarse,

por ejemplo, todos los microorganismos que desempeñan un papel regulador del patógeno.(Huber, D. 1997).

Al tener en cuenta que una enfermedad es el resultado de la interacción antes descrita, se visualiza fácilmente que las alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas pueden estar orientadas tanto a la planta, como al patógeno o al ambiente, o lo que sería ideal, de forma integrada a los tres componentes de la interacción. Los nutrientes para las plantas hacen parte del ambiente químico del sistema suelo-planta y por tanto su manejo puede considerarse como factor de utilidad potencial en el manejo de las enfermedades. (Huber,D. 1997).

5.4.3. La Pudrición de Cogollo en el Ecuador.

Los primeros reportes de la en el país aparecen en 1976. Los casos iniciales se identificaron en palmas de 3 a 4 años de edad, en la plantación Palmeras de los Andes, donde el daño fue localizado con algunos registros de recuperación del cultivo. En 1979 la Pudrición de Cogollo (PC) aparece en palmas de dos años en la región Amazónica, y es en el período 1992-1993 que se inicia un devastador ataque en las plantaciones de Palmeras del Ecuador y Palmoriente (hoy Palmar del Río) con más de 5.000 hectáreas de cultivo afectadas en cada una, causando un 85% de pérdidas.(ANCUPA, 2013)

En la actualidad otra región asolada por la PC es el norte de la provincia de Esmeraldas, concretamente San Lorenzo, donde la palma Africana empezó como cultivo a finales de la década de los 90 y a inicios de los años 2000. En el período 2004-2005, la propagación de la enfermedad fue evidente en la mayoría de plantaciones, diseminándose en los últimos tres años a otras zonas de la provincia como Viche, y recientemente a Quinindé. Se calcula que el número de hectáreas

de palma afectadas con PC en Esmeraldas alcanzan las 15.000, es decir aproximadamente el 5% de la superficie total del cultivo en el Ecuador.(ANCUPA, 2013)

A nivel mundial, por más de 30 años se han realizado multiples estudios relacionados con la etiología de la enfermedad, lamentablemente no fueron satisfactorios para controlar la diseminación, comprobándose además, que todos los materiales de la especie *Elaeis guineensis* (palma africana) son susceptibles a la enfermedad, unos más que otros. (ANCUPA, 2013)

En los últimos años en el Ecuador las estrategias de fitomejoramiento de empresas privadas han permitido generar los materiales híbridos inter-específicos OxG, que son el resultado del cruce entre *Elaeis oleífera* (palma americana nativa) con *Elaeis guineensis* (palma africana), mostrando tolerancia a la PC (unos en mayor nivel que otros), especialmente en zonas con focos calientes (ej. norte de Esmeraldas, Sucumbíos, Francisco de Orellana). (ANCUPA, 2013)

5.5. Plan de acción contra la pudrición de cogollo.

El cultivo de palma en el Ecuador enfrenta la más grave crisis fitosanitaria registrada desde la llegada de la palma Africana debido al avance de la enfermedad denominada Pudrición del Cogollo (PC). En los últimos 5 años la PC ha causado la pérdida de más de 15.000 hectáreas de cultivo sólo en la zona de San Lorenzo, y más de 8.000 hectáreas en la zona de Viche. Estas 23.000 hectáreas de plantaciones de palma Africana, representan una pérdida en inversión agrícola de aproximadamente 150 millones de dólares, sin embargo, los principales efectos de esta devastadora enfermedad son de carácter social, debido

a la pérdida de por lo menos 8.000 empleos directos y otros 16.000 indirectos en las zonas afectadas. (ANCUPA, 2013)

Las pérdidas se cuantifican también en la reducción de la producción de aceite de palma de estas zonas. Según los reportes que presentan las cuatro extractoras presentes en la zona de San Lorenzo, el volumen de fruta procesada que en 2009 llegó a 323.000 toneladas, el cual ha descendido a 204.000 toneladas en 2014. Esta disminución de cerca de 120.000 toneladas de fruta anual, equivale a 40.000 toneladas de aceite que se dejaron de producir anualmente sólo en dicha zona. (ANCUPA, 2013)

5.5.1. Censo de Pudrición Del Cogollo (Pc) En Ecuador

Como parte del Plan de Acción Contra la PC que está realizando ANCUPA en conjunto con MAGAP y AGROCALIDAD, se realizó un censo sanitario en las zonas de San Lorenzo y Viche con el objetivo de evaluar los predios afectados y el avance de la enfermedad para establecer un plan de apoyo eficiente hacia los palmicultores de estas zonas. (ANCUPA, 2013)

Los resultados concluyeron que en la zona de San Lorenzo existen 207 palmicultores con una superficie total de palma Africana sembrada de 31.236,2 ha., de las cuales 10.304,46 se encuentran completamente afectadas por la enfermedad de la PC, 3.707,66 ha con presencia de PC dentro de sus lotes y 17.224,1 ha. Sin presencia de la enfermedad, siendo la mayoría renovaciones de cultivos OxG tolerantes a la enfermedad. (ANCUPA, 2013)

En referencia al censo realizado desde el Mirador hasta San Mateo, a la fecha existen 371 palmicultores con un total de palma Africana sembrada de 13.276 hectáreas de las cuales 3.013 ha. Están completamente afectadas por la

enfermedad, 5.300 has ya poseen casos de PC dentro de sus plantaciones pero en baja incidencia y existen 4.962 has sin presencia de la enfermedad, pero por encontrarse dentro de las zonas afectadas por PC son consideradas de alto riesgo. (ANCUPA, 2013)

La devastación que ha ocasionado la PC en las plantaciones de Viche genera una doble preocupación; primero, la parroquia de Viche limita al norte con la principal zona palmera del país que comprende el cantón Quinindé y la zona no delimitada de Las Golondrinas, en donde más de 120.000 hectáreas de cultivos corren grave riesgo de contagio. Por otro lado, la agresividad del ataque de la PC ha sido especialmente fuerte en esta zona. La gravedad y complejidad de la situación ha determinado que ANCUPA declare internamente un "estado de emergencia fitosanitaria", permitiendo destinar todo el capital humano y logístico para hacer frente a esta amenaza. (ANCUPA, 2013)

ANCUPA cuenta con un programa vigente de acciones para hacer frente a la presencia de casos de PC en las zonas palmeras, entre sus estrategias consta la capacitación de 3.100 agricultores en la aplicación de Buenas Prácticas de Manejo de PC en donde se les entrega como material ayuda la guía de PC que ANCUPA ha generado. Se realizaron censos periódicos entre ANCUPA, Agrocalidad y Extractoras de aceite en Quinindé para monitoreo y manejos de casos aislados de PC.

5.6. Manejo de la Pudrición De Cogollo (Pc)

En la palma Africana la presencia de ciertas enfermedades se convierte en muchas ocasiones en la mayor limitante para la producción debido a la pérdida de unidades productivas, disminuyendo notablemente los rendimientos por hectárea.

Este es el caso de la Pudrición de Cogollo o PC, que sin duda, es la enfermedad más grave que está devastando las plantaciones de palma Africana en Ecuador, situación que involucra un alto riesgo económico para todos los actores de la cadena productiva de palma Africana, es una amenaza que puede causar un colapso socio-económico sin precedentes en el sector. (ANCUPA, 2013)

Las experiencias de muchas plantaciones de palma que fueron afectadas por la PC y que lograron superar la enfermedad, mostraron la importancia de la implementación de programas de Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para la reducción de la agresividad de la Pudrición de Cogollo. A continuación se resaltan las principales actividades a seguir y el impacto que pueden generar: (ANCUPA, 2013)

5.6.1. Manejo en viveros

La vida productiva de una palma Africana varía entre 20 y 25 años, por ello se debe garantizar que las plantas que están en el campo cumplan con los mejores estándares de calidad desde el vivero. (ANCUPA, 2013)

5.6.2. Manejo de suelos

El suelo es un componente dinámico en cual interactúan procesos físicos-químicos y biológicos que garantizan un equilibrio para el desarrollo productivo de las plantas. (ANCUPA, 2013)

5.6.3. Manejo integrado de plagas

El palmicultor debe estar familiarizado con los problemas potenciales en campo, estableciendo censos sanitarios periódicos para detectar tempranamente las enfermedades. (ANCUPA, 2013)

5.6.4. Manejo de la Nutrición

La baja disponibilidad de nutrientes y desbalances en el suelo y en las plantas predisponen al cultivo a la susceptibilidad de la enfermedad del PC, un buen plan de fertilización es vital para suplir las necesidades del suelo y planta, colocando cantidades de nutrientes óptimas de acuerdo a los resultados de los análisis de suelo y foliar. (ANCUPA, 2013)

Establecer programas de nutrición adecuados y acordes a las necesidades propias de cada plantación, tomando en consideración: materiales de siembra, análisis de suelos y foliares (anuales) y metas de producción. Manejar el pH del suelo, con la finalidad de reducir los niveles de aluminio (Al) y hierro (Fe). Mantener un balance catiónico apropiado y de otros elementos, de acuerdo a análisis foliares y de suelo. (ANCUPA, 2013)

5.6.5. Erradicación de palmas con PC

Una vez confirmado los casos de PC las palmas deben ser erradicadas con el objetivo de disminuir la presión de inóculo del patógeno, evitando exponer las plantaciones a focos “calientes” de diseminación y a su vez, crear un ambiente propicio para la reproducción del Picudo Negro (*Rhynchophorus palmarum*), posible vector diseminador de la enfermedad. (ANCUPA, 2013)

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. ENFOQUE

La aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B como complemento nutricional en el programa de fertilización del cultivo de palma africana., se encasilla bajo las premisas del enfoque cualitativo de la investigación por cuanto manifiesta su desarrollo mediante descripciones y observaciones.

Mediante varios estudios se ha descrito la relación existente entre la nutrición de las plantas y la presencia de enfermedades en las mismas. La publicación The relationship between nutrients and other elements to plant diseases de Sprectrum Analyze publicada en 2002, describe detalladamente los aspectos fisiológicos de la acción de macro y micronutrientes en la estructuración de los mecanismos de defensa naturales en las plantas. Por otra parte, el diseño y aplicación de un plan nutricional implica diferentes observaciones a nivel de campo como resultado de la interacción del mismo con el desarrollo, producción y presencia de enfermedades en el cultivo.

6.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B como complemento nutricional en el programa de fertilización del cultivo de palma africana, se deriva del estudio de la relación entre nutrientes y la presencia de enfermedades en las plantas. Este tema ha sido estudiado por varios investigadores, ofreciéndonos la posibilidad de realizar análisis a partir de las mismas con el propósito de generar relaciones y

diferenciaciones entre los temas investigados y su aplicación en el cultivo de palma africana en nuestro país a fin de mantener y/o mejorar el desarrollo, productividad, reducir los costos de producción y la incidencia de plagas y enfermedades en el mismo. En tal virtud, su modalidad básica corresponde a Investigación Documental – Experimental.

En el sentido Documental, se definen los tipos de fuentes bibliográficas y documentales que se necesitan en función de los objetivos de la investigación. Las fuentes bibliográficas y documentales se definen y clasifican en función de criterios de selección de pertinencia, exhaustividad y actualidad. En tanto que en su parte Experimental, se busca establecer, evaluar y cuantificar la relación entre la nutrición mineral a través de la fertilización química con un adecuado desarrollo, productividad, disminución de costos y la incidencia de enfermedades como la Pudrición de Cogollo (PC) en el cultivo del palma africana mediante la aplicación de un Plan Nutricional adicional a la fertilización convencional en las fases de vivero y producción.

6.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se basa en la Investigación Descriptiva ya que permite generar predicciones basadas en la observación y la revisión documental. El resultado del análisis de la información documental que cumpla con las características de pertinencia, exhaustividad y actualidad, se manifiesta directamente en una aplicación de tales conocimientos en el área de nutrición vegetal relacionándolos con la productividad, reducción de costos e indirectamente con la incidencia de una patología en el cultivo de palma africana, haciendo de este modo que adicionalmente se relacione con la Investigación Correlacional.

6.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La aplicación del plan nutricional se realizó en su primera parte, en vivero. En el vivero de Palmeras de los Andes (PDA), ubicadas en La provincia de Esmeraldas, cantón Quinindé, Hacienda el 200, donde por Ha. se pueden establecer alrededor de 14 000 plántulas, distanciadas entre ellas a 0.8 m. De esta población, se aplicó el plan nutricional en una muestra de 1000 plántulas.

La segunda parte del plan nutricional se aplicó en cultivo establecido con palmas de 1 a 2 años; de 2 a 4 años; de 4 a 6 años; de 6 a 10 años y más de 10 años, pertenecientes a Palmeras del Ecuador (PDE), ubicadas en la provincia de Sucumbios, cantón Shushufindi. De cada grupo de edad de cultivo, las aplicaciones se realizaron en una Ha, con un promedio de 143 plantas/Ha. con la variedad Guinenesis.

Es necesario indicar que el cultivo de palma africana de PDE en Shushufindi, está dividido en dos variedades. La variedad Guinensis y la variedad OxG. La variedad Guinensis se caracteriza por presentar un promedio de producción de 24 a 25 Ton/Ha y con máximos que inlcuso llegan al orden de los 28 a 30 Ton/Ha y que corresponden a casos excpecionales. Su comportamiento con respecto a incidencia Pudricion de Cogollo (PC), va en orden de 1% de mortalidad en medida del avance de desarrollo de la variedad hasta los 10 años, a partir de allí, la PC crece de forma acelerada hasta alcanzar un 50% de mortaliadad, entre los 15 y 30 años de edad. Por otra parte, el hibrido OxG alcanza promedios de producción que van de 28 a 30 Ton/Ha., con máximos de 34 a 36 Ton/Ha; su comportamiento frente al ataque de Pudrición de Cogollo (PC), se presenta con un 3 al 4% de mortalidad sobre los 10 años de edad y manteniendo un porcentaje relativamente bajo de 7% en palmas de 25 a 30 años.

6.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En función del tema y objetivos de la investigación, se definen los tipos de fuentes bibliográficas y documentales que se requieren. Las fuentes bibliográficas y documentales se definen y clasifican en función de determinados criterios de selección:

El criterio de la pertinencia significa que las fuentes consultadas deben ser acordes con el tema de investigación y con sus objetivos, en tanto en cuanto aportar conocimientos, enfoques, teorías, conceptos y/o experiencias significativas para fundamentar la propia investigación.

El criterio de la exhaustividad significa que las fuentes consultadas deben ser todas las fuentes posibles, necesarias y suficientes para fundamentar la investigación, sin excluir ninguna que aporte a los fines de ésta, permitiendo así una enumeración y/o clasificación de las fuentes consultadas, de acuerdo a sus objetivos específicos.

El criterio de actualidad, a su vez, implica que las fuentes consultadas deben ser lo suficientemente actuales como para asegurar que reflejan los últimos avances de la disciplina, los más recientes hallazgos de la ciencia y/o los antecedentes empíricos más pertinentes referidos a sucesos ocurridos en el pasado reciente o en el presente

En cuanto a la aplicación de un plan nutricional, la información se recopiló directamente en campo, se procesa y se presenta mediante tablas que muestran los resultados obtenidos. Las interpretaciones en inferencias con respecto a los mismos se respaldan en las observaciones directas en campo y la investigación bibliográfica y documental que permite correlacionar las mismas.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1. Aplicación de fertilización edáfica con la fuente Sumicoat I, Cosmo R y cosmoquel B para viveros de palma africana.

El primer proceso de aplicación propuesto se desarrolla en vivero. Durante la etapa de vivero se distinguen 2 fases, la primera se conoce como Pre-vivero, donde fundamentalmente se aplican 5g de fertilizante Sumicoat en el sustrato, al momento de la colocación de la semilla con plúmula en la primera funda. Esta fase dura 3 meses y se desarrolla con sombra en un 50%.

La segunda corresponde a la fase de Vivero propiamente dicho. En esta fase se aplican 50 g de fertilizante Sumicoat I al momento del transplante a funda grande cuando la planta ya ha emitido sus primeras hojas. Esta etapa dura de 8 a 9 meses, dependiendo de la manifestación de vigor y desarrollo de la planta y es esta fase, sobre la cual iniciamos la aplicación de Cosmo R 14 -8-19 + microlelementos y Cosmoquel B (20%B), con 5g/planta y 0.2 g/planta, respectivamente. (Ver Tabla 1)

Adicionalmente, en el lote de 1000 plántulas se inicia con un estado sanidad vegetal del 100%, es decir, no existe una incidencia de enfermedades, tanto en el lote aplicado con Sumicoat I, Cosmo R y Cosmoquel B, como en el área que se aplica con el Testigo Comercial (Complex y Nitrofoska).

Tabla 1. Aporte de las fuentes de nutrientes Cosmo R y Cosmoquel B a la fertilización con la fuente Sumicoat I en la fase de vivero en plántulas de Palma Africana

FUENTE	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SUMICOAT	19	8	12		2						
COSMO R	14	8	19	2	2	7	0.08	0.03	0.17	0.07	0.16
COSMOQUEL B							20				
TOTAL	33	16	31	4	4	7	20.08	0.03	0.17	0.07	0.16

Como muestra La Tabla 1, la formula final que además de proveer y asegurar la nutrición necesaria para el óptimo desarrollo de las plantas de palma durante su fase de vivero, también garantiza niveles de disponibilidad de nutrientes que adicionan un necesario balance para la generación de los mecanismos de resistencia. Se puede apreciar una marcada relación entre N (33%), K (31%), Calcio (4%), Mg (4%&) y S (7%). La aplicación de estos dos productos se basa en la estimulación de la división celular para formación de raíces (B) y un refuerzo de la formula N – P – K, además de la incorporación de Ca que interviene en la formación de la estructura de la pared celular; Azufre (S), importante en el metabolismo del N y síntesis de aminoácidos y formación de proteínas.

Tabla 2. Detalle de dosis y costos del Plan nutricional aplicado con Cosmo R y Kelatex B a 1000 plántulas en vivero sobre la base de fertilización Sumicoat I. vs. Testigo Comercial

PLAN NUTRICIONAL VIVERO (1000 PLANTULAS)					
FUENTE	**g/plántula**	**Costo Kg**	**Costo g**	**Costo plántula**	**Costo Parcial Plan (USD)**
SUMICOAT I	55	3,90	0,00390	0,215	215
COSMO R	5	2,65	0,00265	0,013	13
COSMOQUEL B	0,2	9,05	0,00905	0,002	2
					230
TESTIGO COMERCIAL					
COMPLEX	15	1,85	0,00185	0,028	28
NITROFOSKA	15	1,95	0,00195	0,029	29
					57

Como se puede apreciar en la Tabla 2, la dosis de Sumicoat I es de 55 g/plántula, la cual se aplica una sola vez durante el periodo de Vivero en Palma Africana (12 meses), su costo por plántula es de 0.215 USD y el costo parcial por aplicación en 1000 plántulas asciende a 215 USD. Del mismo modo, Cosmo R y Cosmoquel B, se aplica con dosis de 5g/plántula y 0.2g/plántula, respetivamente. Los costos parciales son de 13 USD para Cosmo R y, 2 USD para Cosmoquel B, durante el mismo periodo. El costo parcial acumulado del plan nutricional es de 230 USD, el cual al compararlo con el mismo valor de los Testigos comerciales (57 USD), resulta siendo 173 USD más costoso.

Tabla 3. Costo parcial y ciclos de fertilización con el Plan nutricional aplicado con Cosmo R y Kelatex B a 1000 plántulas sobre la base de fertilización Sumicoat I. vs. Testigo Comercial

PLAN NUTRICIONAL VIVERO (1000 PLANTULAS)			
FUENTE	**Costo Parcial (USD)**	**Ciclo**	**Costo Ciclo (USD)**
SUMICOAT I	215	1,00	215
COSMO R	13	8,00	106
COSMOQUEL B	2	8,00	14
			335
TESTIGO COMERCIAL			
COMPLEX	27,75	16	444
NITROFOSKA	29,25	16	468
			912

Si observamos la Tabla 3, podemos apreciar que los costos parciales para el Plan Nutricional Cosmo R y Cosmoquel B, sobre la fertilización como Sumicoat, que inicialmente se mostraron con costos más elevados (Tabla 1). Al expresar el número de ciclos de fertilización durante los 12 meses que comprenden la fase de vivero, podemos apreciar el incremento de 57 USD a 912 USD por efecto de un total de 16 aplicaciones durante el año del Testigo Comercial. En tanto que Sumicoat matiene su costo en 215 USD de debido a su único ciclo de aplicación. En el caso de Cosmo R y Cosmoquel B, si bien es cierto, también incrementan su costo por sus 8 ciclos de aplicación (de 13 USD y 2 USD, respectivamente a 106 USD y 14 USD, respectivamente), el valor total de la fertilización con Sumicoat I y el plan nutricional con Cosmo R y Kelatex B, suman 335 USD al año. Es decir, es un 63 % más económico que el Testigo Comercial (912 USD).

Adicionalmente, la incidencia de Pudrición de Cogollo (PC) en la fase de vivero se presenta con síntomas comparables a los de la PC reconocida en estados tempranos en palma adulta.

Tanto en los lotes (1000 plántulas) aplicados con Sumicoat I, Cosmo R y Cosmoquel B, como en el área que se aplica con el Testigo Comercial (Complex y Nitrofoska), se observan la quemazón de los folíolos más jóvenes y de uno de los lados de la hoja más joven, acompañada del posterior amarillamiento del tercio superior de la misma y la pudrición y debilitamiento de las nuevas flechas a la altura del cogollo. En consecuencia, estos síntomas, corresponden a estados muy tempranos de la enfermedad. La altura y el lado al cual se infectan las hojas flechas subsiguientes, depende del estado de desarrollo de la primera hoja flecha en el momento de la infección, que se expresa cuando ésta se convierte en hoja número uno.

A medida que se observan estados avanzados de la enfermedad, se encuentra desde el exterior de la flecha afectada, que la lesión cubre áreas cada vez más grandes de los folíolos con el consecuente daño a los otros tejidos adyacentes a la lesión que se observa externamente Se observó que en las plántulas con síntomas iníciales, sólo presentaban lesiones que descendían hasta el tercio superior del cogollo, mientras que en la medida que la severidad aumentaba, se profundizaba su daño, comprometiendo incluso la región meristemática.

La diferenciación básicamente entre las plantulas tratadas con la aplicación de Sumicoat I, Cosmo R y Cosmoquel B, prersentan una incidencia de 0.5% a 1,5%, mientras que en el área que se aplica con el Testigo Comercial (Complex y Nitrofoska), la incidencia varia de 3 a 4,5%.

7.2. Aplicación de fertilización edáfica con la fuente Sumicoat II y Cosmo R y Cosmoquel B para palma africana en producción.

La segunda parte de la aplicación de Plan Nutricional, se desarrolla sobre cultivos de palma establecidos con una clasificación de los mismos por edades del

cultivo. La Tabla 4, muestra las edades de plantación en relación a las dosis de la fertilización con Sumicoat II y la aplicación de Cosmo R.

Cabe destacar que también se realiza una comparación de dosis y costos de fertilización con las mezclas físicas de fertilizantes (MF), diseñadas y preparadas en cada finca. Para el efecto, como fuentes de N-P-K, se utilizan, Nitrato de Amonio, DAP y, Muriato de Potasio, respectivamente; para el caso del Magnesio, se usa Sulfato de Magnesio o Carbonato de Magnesio; como fuente de Calcio, Sulfato de Calcio, Cal dolomita o cal agrícola, según disponibilidad y siempre de acuerdo a los reportes de análisis de suelo y foliares. Muchas de las aplicaciones tanto de Ca y Mg, B y eventualmente, micronutientes, se realizan como enmiendas y aplicaciones emergentes.

El monitoreo MIP con respecto a Pudrición de Cogollo muestra los siguientes valores como incidencia de Pudrición de Cogollo en las áreas (1Ha) designadas para la aplicación, tanto en las áreas para aplicación de Sumicoat II y Cosmo R, asi como para las áreas tratadas con la mezcla de fertilizantes de la finca (MF): Para palmas de 1 a 2 años: 3%; palmas de 2 a 4 años: 4%; palmas de 4 a 6 años: 5%; palmas de 6 a 10 años: 8% y, palmas de más de 10 años: 10%.

Tabla 4. Clasificación por edad de plantación de Cultivos de Palma Africana y dosis de fertilización con Sumicoat II y Plan Nutricional con Cosmo R

EDAD DE PLANTACIÓN	SUMICOAT II (g./Planta)	COSMO R (g./Planta)
1-2 años	800	15
2 a 4 años	1000	30
4 a 6 años	1300	45
6 a 10 años	1600	60
Más de 10 años	1800	120

Tabla 5. Aporte de la fuente de nutrientes Cosmo R a la fertilización con la fuente Sumicoat II en la fase de producción de Palma Africana.

FUENTE	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SUMICOAT	12	7	23		2						
COSMO R	14	8	19	4	2	7	0.08	0.03	0.17	0.07	0.16
TOTAL	26	15	42	4	4	7	0.08	0.03	0.17	0.07	0.16

En a Tabla 5, se muestra la formula final de aporte de nutrientes por parte de las fuentes Sumicoat y Cosmo R. Estas muestran una disminución apreciable en el N (25% con respecto al 33% que se presentaba en la fase de vivero), obedeciendo a la premisas fisiológicas que indican que cuando el contenido de N se incrementa más allá de un nivel suficiente, la cantidad de compuestos antifúngicos disminuye; del mismo modo, el exceso de fertilización con N estimula el crecimiento vegetativo excesivo, debilidad que puede aumentar la incidencia de diversas enfermedades. En consecuencia, le crecimiento acelerado promueve una mayor densidad de plantas, por lo tanto un aire más húmedo alrededor de ellas que pueden favorecer el desarrollo de enfermedades; puede

retrasar la maduración, por lo tanto prolongar el tiempo disponible para la infección y el desarrollo de la enfermedad.

En contraste, el K muestra un incremento importante (de 31% en la fase de vivero, a 42% en la fase de producción). Los beneficios del equilibrio de N y K en la fertilización son a menudo una combinación de mejora de la nutrición, más efecto de supresión a enfermedades. La contribución relativa de la doble ventaja es variable. Sin embargo, cuando el suministro de N está fuera de equilibrio con K, tanto los rendimientos como la calidad del cultivo a menudo sufren pérdidas de importancia. De todos los nutrientes que afectan a enfermedades de las plantas y plagas, el K es probablemente el más eficaz. Como un regulador móvil de la actividad enzimática, el K está implicado en esencialmente todas las funciones celulares que influyen gravedad de la enfermedades. Una nutrición adecuada con K también se ha demostrado que ayuda a los cultivos a tolerar infecciones.

El Calcio se presenta con la misma concentración (4%), del mismo momo el Mg (4%) y el S (7%). Si bien es cierto el K puede llegar a mejorar la sanidad vegetal en un 65%, es necesario procurar un balance adecuado con la ayuda de análisis de suelo y foliares en cada una de las clasificaciones de la edad del cultivo, debido al exceso de K también podrían presentarse inhibiciones de la absorción de Ca y Mg.

7.2.1. Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 1 a 2 años.

Los costos de fertilización con Sumicoat II y la aplicación del Plan Nutricional con Cosmo R en palma africana de 1 a 2 años (Tabla 6), muestran una dosis de 800 g/planta de fertilizante Sumicoat II con un costo de 3.70 USD/Kg, en

consecuencia, el costo de la fertilización con Sumicoat por planta de 1 a 2 años es de 2.96 USD. Este valor, al relacionarlo con el promedio de 143 plantas/Ha, nos da un valor total de 423 USD con un solo ciclo de aplicaciones. Adicionalmente, el Plan Nutricional con Cosmo R, para la misma clasificación de edad, contempla una dosis de 15 g/planta con un costo de 0,04 USD y por Ha. de 6 USD; con una variante de 6 aplicaciones anuales (una aplicación bimensual), y un total de 12 aplicaciones, el costo total por ciclo y por Ha. acumulado, fluctúa de 429 USD a 495 USD para palmas de 1 a 2 años.

Tabla 6. Costos y dosis de Fertilización edáfica con Sumicoat II y Cosmo R en el palma de 1 a 2 años.

FERTILIZACION Y COSMO R PALMA EN PRODUCCION 1 A 2 AÑOS

FUENTE	Dosis g/plta	Costo USD/Kg	Costo g USD/g	Costo USD/plta	Costo Parcial/Ha(USD)	Ciclo	Costo T Ciclo/Ha (USD)
SUMICOAT II	800	3,70	0,00370	2,96	423	1	423
COSMO R	15	2,65	0,00265	0,04	6	12	72
					429		**495**

A continuación (Tabla 7), se muestran los costos y dosis de la fertilización edáfica mediante la utilización de la mezcla física de fertilizantes (MF) de la finca para palma de 1 a 2 años. Como se puede observar, la dosis utilizada en esta edad del cultivo es de 3.5 Kg de la mezcla física/planta, con un costo de 0.78 USD/Kg de mezcla, resultando de tal manera un costo/planta de 2.73 USD. Este valor se duplica al realizar dos ciclos de fertilización/año, llegando a costar 5.46 USD, lo cual se expresa en un valor final de 781 USD por año para palmas de 1 a 2 años de edad.

Tabla 7. Costos y dosis de Fertilización edáfica del testigo (Mezcla Finca) en palma de 1 a 2 años.

EDAD	FUENTE	Dosis Kg/plta	Costo USD/Kg	Costo USD/plta	Ciclos x año	Costo ciclos/plta	Costo T Ciclo/Ha (USD)
1 - 2 AÑOS	TESTIGO MF	3,5	0,78	2,73	2	5,46	**781**

Realizando una comparación entre ambas alternativas, podemos concluir finalmente que, la fertilización con Sumicoat II sumada a la aplicación de Cosmo R, cuyo costo combinado más alto es de 495 USD, es un 37% más económico para su aplicación en palma de 1 a 2 años, con respecto al costo de la fertilización con mezcla física de la finca aplicado para la misma edad de cultivo (781 USD).

En referencia a la incidencia inicial del 3% (4 palmas/Ha) de Pudrición de Cogollo (PC) para palmas de 1 a 2 años, una vez finalizado el ciclo de aplicaciones para esta edad de plantación, se observa una evolución favorable de 1%, es decir, el monitoreo final, muestra una incidencia final del 2% equivalente a 3 palmas/Ha.

7.2.2. Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 2 a 4 años.

Los costos de fertilización con Sumicoat II y la aplicación del Plan Nutricional con Cosmo R en palma africana de 2 a 4 años (Tabla 8), muestran una dosis de 1000 g/planta de fertilizante Sumicoat II con un costo de 3.70 USD/Kg, en consecuencia, el costo de la fertilización con Sumicoat por planta de 1 a 2 años es de 3.70 USD. Este valor, al relacionarlo con el promedio de 143 plantas/Ha, nos da un valor total de 529 USD con un solo ciclo de aplicaciones. Adicionalmente, el Plan Nutricional con Cosmo R, para la misma clasificación de edad, contempla una dosis de 30 g/planta con un costo de 0,08 USD y por Ha. de

11 USD; con una variante de 6 aplicaciones anuales (una aplicación bimensual), y un total de 12 aplicaciones, el costo total por ciclo y por Ha. acumulado, fluctúa de 540 USD a 727 USD para palmas de 2 a 4 años.

Tabla 8. Costo y dosis de Fertilización edáfica con Sumicoat II y Cosmo R en el palma de 2 a 4 años.

FERTILIZACION Y COSMO R PALMA EN PRODUCCION 2 A 4 AÑOS							
FUENTE	**Dosis g/plta**	**Costo USD/Kg**	**Costo g USD/g**	**Costo USD/plta**	**Costo Parcial/Ha(USD)**	**Ciclo**	**Costo T Ciclo/Ha (USD)**
SUMICOAT II	1000	3,70	0,00370	3,70	529	1,00	529
COSMO R	30	2,65	0,00265	0,08	11	18,00	198,00
					540		**727**

A continuación (Tabla 9), se muestran los costos y dosis de la fertilización edáfica mediante la utilización de la mezcla física de fertilizantes (MF) de la finca para palma de 2 a 4 años. Como se puede observar, la dosis utilizada en esta edad del cultivo es de 4.5 Kg de la mezcla física/planta, con un costo de 0.78 USD/Kg de mezcla, resultando de tal manera un costo/planta de 3.51 USD. Este valor se duplica al realizar dos ciclos de fertilización/año, llegando a costar 7.02 USD, lo cual se expresa en un valor final de 1004 USD por año para palmas de 2 a 4 años de edad.

Tabla 9. Costos y dosis de Fertilización edáfica del testigo (Mezcla Finca) en palma de 2 a 4 años.

EDAD	**FUENTE**	**Dosis Kg/plta**	**Costo USD/Kg**	**Costo USD/plta**	**Ciclos x año**	**Costo ciclos/plta**	**Costo T Ciclo/Ha (USD)**
2- 4 AÑOS	TESTIGO MF	4,5	0,78	3,51	2	7,02	**1004**

Al realizar una comparación entre ambas opciones, podemos concluir finalmente que, la fertilización con Sumicoat II mas Cosmo R, cuyo costo

combinado más alto es de 727 USD, es un 27% más económico para su aplicación en palma de 2 a 4 años, con respecto al costo de la fertilización con mezcla física de la finca aplicado para la misma edad de cultivo (1004 USD).

En referencia a la incidencia inicial del 4% (6 palmas/Ha) de Pudrición de Cogollo (PC) para palmas de 2 a 4 años, una vez finalizado el ciclo de aplicaciones para esta edad de plantación, se observa que en esta edad no hay un variación porcentual del valor inicial, es decir, el monitoreo final, muestra una incidencia final del 4% equivalente a las mismas 6 palmas/Ha que se minitoreó inicialmente.

7.2.3. Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 4 a 6 años.

Los costos de fertilización con Sumicoat II y la aplicación del Plan Nutricional con Cosmo R en palma africana de 1 a 2 años (Tabla 10), muestran una dosis de 1300 g/planta de fertilizante Sumicoat II con un costo de 3.70 USD/Kg, en consecuencia, el costo de la fertilización con Sumicoat por planta de 4 a 6 años es de 4.81 USD. Este valor, al relacionarlo con el promedio de 143 plantas/Ha, nos da un valor total de 688 USD con un solo ciclo de aplicaciones. Adicionalmente, el Plan Nutricional con Cosmo R, para la misma clasificación de edad, contempla una dosis de 40 g/planta con un costo de 0,11 USD y por Ha. de 15 USD; con una variante de 6 aplicaciones anuales (una aplicación bimensual), y un total de 12 aplicaciones, el costo total por ciclo y por Ha. acumulado, fluctúa de 703 USD a 868 USD para palmas de 4 a 6 años.

Tabla 10. Costos y dosis de Fertilización edáfica con Sumicoat II y Cosmo R en el palma de 4 a 6 años.

FERTILIZACION + COSMO R PALMA EN PRODUCCION 4 A 6 AÑOS							
FUENTE	**Dosis g/plta**	**Costo USD/Kg**	**Costo g USD/g**	**Costo USD/plta**	**Costo Parcial/Ha(USD)**	**Ciclo**	**Costo T Ciclo/Ha (USD)**
SUMICOAT II	1300	3,70	0,00370	4,81	688	1	688
COSMO R	40	2,65	0,00265	0,11	15	12	180
					703		**868**

A continuación (Tabla 11), se muestran los costos y dosis de la fertilización edáfica mediante la utilización de la mezcla física de fertilizantes (MF) de la finca para palma de 2 a 4 años. Como se puede observar, la dosis utilizada en esta edad del cultivo es de 6.5 Kg de la mezcla física/planta, con un costo de 0.78 USD/Kg de mezcla, resultando de tal manera un costo/planta de 5.07 USD. Este valor se duplica al realizar dos ciclos de fertilización/año, llegando a costar 10.14 USD, lo cual se expresa en un valor final de 1450 USD por año para palmas de 4 a 6 años de edad.

Tabla 11. Costos y dosis de Fertilización edáfica del testigo (Mezcla Finca) en palma de 4 a 6 años.

EDAD	**FUENTE**	**Dosis Kg/plta**	**Costo USD/Kg**	**Costo USD/plta**	**Ciclos x año**	**Costo ciclos/plta**	**Costo T Ciclo/Ha (USD)**
4 - 6 AÑOS	TESTIGO MF	6,5	0,78	5,07	2	10,14	**1450**

Si se efectúa una comparación entre ambas alternativas, podemos concluir finalmente que, la fertilización con Sumicoat II y Cosmo R, cuyo costo total más alto es de 868 USD, es un 40 % más económico para su aplicación en palma de 4 a 6 años, con respecto al costo de la fertilización con mezcla física de la finca aplicado para la misma edad de cultivo (1450 USD).

En lo referente a la incidencia inicial del 5% (7 palmas/Ha) de Pudrición de Cogollo (PC) para palmas de 4 a 6 años, una vez finalizado el ciclo de aplicaciones para esta edad de plantación, se reporta una disminución porcentual del valor inicial, es decir, el monitoreo final, muestra una incidencia del 3,5% equivalente a las mismas 5 palmas/Ha.

7.2.4. Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de 6 a 10 años.

Los costos de fertilización con Sumicoat II y la aplicación del Plan Nutricional con Cosmo R en palma africana de 1 a 2 años (Tabla 12), muestran una dosis de 1600 g/planta de fertilizante Sumicoat II con un costo de 3.70 USD/Kg, en consecuencia, el costo de la fertilización con Sumicoat por planta de 6 a 10 años es de 5.92 USD. Este valor, al relacionarlo con el promedio de 143 plantas/Ha, nos da un valor total de 847 USD con un solo ciclo de aplicaciones. Adicionalmente, el Plan Nutricional con Cosmo R, para la misma clasificación de edad, contempla una dosis de 60 g/planta con un costo de 0,16 USD y por Ha. de 23 USD; con una variante de 6 aplicaciones anuales (una aplicación bimensual), y un total de 24 aplicaciones, el costo total por ciclo y por Ha. acumulado, fluctúa de 869 USD a 1399 USD para palmas de 6 a 10 años.

Tabla 12. Costos y dosis de Fertilización edáfica con Sumicoat II y Cosmo R en el palma de 6 a 10 años.

FERTILIZACION + COSMO R PALMA EN PRODUCCION 6 A 10 AÑOS

FUENTE	Dosis g/plta	Costo USD/Kg	Costo g USD/g	Costo USD/plta	Costo Parcial/Ha(USD)	Ciclo	Costo T Ciclo/Ha (USD)
SUMICOAT II	1600	3,70	0,00370	5,92	847	1	847
COSMO R	60	2,65	0,00265	0,16	23	24	552
					869		**1399**

A continuación (Tabla 13), se muestran los costos y dosis de la fertilización edáfica mediante la utilización de la mezcla física de fertilizantes (MF) de la finca para palma de 4 a 6 años. Como se puede observar, la dosis utilizada en esta edad del cultivo es de 8.5 Kg de la mezcla física/planta, con un costo de 0.78 USD/Kg de mezcla, resultando de tal manera un costo/planta de 6.63 USD. Este valor se duplica al realizar dos ciclos de fertilización/año, llegando a costar 13.26 USD, lo cual se expresa en un valor final de 1896 USD por año para palmas de 6 a 10 años de edad

Tabla 13. Costos y dosis de Fertilización edáfica del testigo (Mezcla Finca) en palma de 6 a 10 años.

EDAD	FUENTE	Dosis Kg/plta	Costo USD/Kg	Costo USD/plta	Ciclos x año	Costo ciclos/plta	Costo T Ciclo/Ha (USD)
6 - 10 AÑOS	TESTIGO MF	8,5	0,78	6,63	2	13,26	1896

En una comparación entre ambas opciones, podemos concluir finalmente que, la fertilización que incluye Sumicoat II y Cosmo R, cuyo costo más alto es de 1399 USD, es un 26% más económico para su aplicación en palma de 6 a 10 años, con respecto al costo de la fertilización con mezcla física de la finca aplicado para la misma edad de cultivo (1896 USD).

En lo referente a la incidencia inicial del 8% (11 palmas/Ha) de Pudrición de Cogollo (PC) para palmas de 6 a 10 años, una vez finalizado el ciclo de aplicaciones para esta edad de plantación, se reporta una disminución porcentual del valor inicial, es decir, el monitoreo final, muestra una incidencia del 6,5% equivalente a las mismas 9 palmas/Ha.

7.2.5. Fertilización edáfica y plan nutricional en palma africana de más de 10 años.

Los costos de fertilización con Sumicoat II y la aplicación del Plan Nutricional con Cosmo R en palma africana de más de 10 años (Tabla 14), muestran una dosis de 1800 g/planta de fertilizante Sumicoat II con un costo de 3.70 USD/Kg, en consecuencia, el costo de la fertilización con Sumicoat por planta de más de 10 años es de 6.66 USD. Este valor, al relacionarlo con el promedio de 143 plantas/Ha, nos da un valor total de 952 USD con un solo ciclo de aplicaciones. Adicionalmente, el Plan Nutricional con Cosmo R, para la misma clasificación de edad, contempla una dosis de 120 g/planta con un costo de 0,32 USD y por Ha. de 45 USD; con una variante de 6 aplicaciones anuales (una aplicación bimensual), y un total de 18 aplicaciones, el costo total por ciclo y por Ha. acumulado, fluctúa de 990 USD a 1636 USD para palmas de más de 10 años.

Tabla 14. Costos y dosis de Fertilización edáfica con Sumicoat II y Cosmo R en palma de más de 10 años.

FERTILIZACION Y COSMO R PALMA EN PRODUCCION MAS DE 10 AÑOS							
FUENTE	**Dosis g/plta**	**Costo USD/Kg**	**Costo g USD/g**	**Costo USD/plta**	**Costo Parcial/Ha(USD)**	**Ciclo**	**Costo T Ciclo/Ha (USD)**
SUMICOAT II	1800	3,70	0,00370	6,66	952	1	952
COSMO R	120	2,65	0,00265	0,32	45	18	810
					990		**1636**

A continuación (Tabla 15), se muestran los costos y dosis de la fertilización edáfica mediante la utilización de la mezcla física de fertilizantes (MF) de la finca para palma de más de 10 años. Como se puede observar, la dosis utilizada en esta edad del cultivo es de 10 Kg de la mezcla física/planta, con un costo de 0.78 USD/Kg de mezcla, resultando de tal manera un costo/planta de 7.80 USD. Este valor se duplica al realizar dos ciclos de fertilización/año,

llegando a costar 15.60 USD, lo cual se expresa en un valor final de 2231 USD por año para palmas de 4 más de 10 años de edad.

Tabla 15. Costos y dosis de Fertilización edáfica del testigo (Mezcla Finca) en palma de más de 10 años.

EDAD	FUENTE	Dosis Kg/plta	Costo USD/Kg	Costo USD/plta	Ciclos x año	Costo ciclos/plta	Costo Parcial/Ha(USD)
MAS DE 10 AÑOS	TESTIGO MF	10	0,78	7,8	2	15,6	2231

Si se realiza una comparación entre ambas alternativas, podemos concluir finalmente que, la fertilización con Sumicoat II y la aplicación adicional de Cosmo R, cuyo costo total más alto es de 1636 USD, es un 26% más económico para su aplicación en palma de más de 10 años, con respecto al costo de la fertilización con mezcla física de la finca aplicado para la misma edad de cultivo (2231 USD).

En lo referente a la incidencia inicial del 10% (14 palmas/Ha) de Pudrición de Cogollo (PC) para palmas de más de 10 años, una vez finalizado el ciclo de aplicaciones para esta edad de plantación, no se observa disminución porcentual del valor inicial, es decir, el monitoreo final, muestra una incidencia del 9%, equivalente a 12 palmas/Ha.

8. CONCLUSIONES.

- Se estableció la dosis de aplicación de Cosmo R en 5g/planta y 0.2g/planta de Cosmoquel B como óptimas dentro de un balance de nutrientes del que formó parte también el fertilizante usado en la finca (Sumicoat I) realizándose 8 ciclos con una aplicación mensual durante la fase de vivero. Dentro de la fase de cultivo, se establecieron cinco estados diferentes de desarrollo en los cuales se determinaron del mismo modo, obedeciendo a un balance de nutrientes, cinco dosis diferentes de Cosmo R: 15g/planta para palmas de 1 a 2 años, 30 g/planta para palmas de 2 a 4 años, 45 g/planta para palmas de 4 a 6 años, 60 g/planta para palmas de 6 a 10 años y, 120 g/planta para palmas de más de 10 años. De estas dosis se realizaron en cada caso, ciclos bimensuales de aplicación. De igual forma que en la fase de vivero, en las fase de producción la aplicación es Cosmo R se realizó de forma complementaria al fertilizante usado en la finca (Sumicoat II).

- Se evaluó la contribución de la aplicación Cosmo R, y Cosmoquel B, durante la fase de vivero. La aplicación se realizó sobre 1000 plántulas de palma africana. Se evaluaron los costos parciales por plántula de la aplicación de Cosmo R (0.013 USD) y Cosmoquel B (0.002 USD), del mismo modo, los costos totales de las 8 aplicaciones durante la fase de vivero, resultando en 106 USD para Cosmo R y 14 USD para Cosmoquel B, valores que, sumados al costo del fertilizante de la finca (Sumicoat I), resultaron ser un un 63% más eficientes en costo, frente al testigo comercial. En cuanto a la incidencia de pudrición de cogollo, podemos concluir que las plántulas tratadas con la aplicación de Sumicoat I, Cosmo R y Cosmoquel B, presentan una incidencia de 0.5% a 1,5% (5 a 15 palmas x cada lote de 1000), mientras que en el área que se aplica con

Complex y Nitrofoska como testigos comerciales, la incidencia varia de 3 a 4,5% (30 a 45 palmas x cada lote de 1000 plántulas), es decir, la aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B como complemento nutricional en la fase de vivero, en efecto, logra una menor incidencia de estadios iniciales de Pudrición de Cogollo (PC).

- Se logró evaluar la contribución del uso de Cosmo R durante la fase de producción del cultivo de Palma Africana. La aplicación se realizó sobre cinco edades del desarrollo productivo en un área de 1 Ha (143 plantas) en las cuales se evaluaros los costos por planta, los costos parciales por Ha y los costos totales por Ha por ciclos de aplicación. De esta evaluación, podemos concluir que para palmas de 1 a 2 años, el uso de Cosmo R en combinación con Sumicoat II, presenta una eficiencia en costos del 37% frente al manejo convencional de la finca. Para palmas de 2 a 4 años, la diferencia en costos es de un 27% menor. Para palmas de 4 a 6 años, crece la eficiencia en costos hasta un 40%. Para palmas de 6 a 10 años, la diferencia disminuye a un 26% pero sigue siendo competitiva. Finalmente, para palmas de más de 10 años, la eficiencia en costos se mantiene en un 26%. En tal virtud, podemos concluir que en la fase productiva, se promedió una eficiencia en costos de 31% mediante el uso de Cosmo R en la fertilización de palmas entre un año y más de 10 años. Así mismo, podemos concluir que la aplicación de Cosmo R como complemento nutricional a la fertilización durante la fase de producción del cultivo de palma africana, logra una disminución del 1% de la incidencia de Pudrición de Cogollo (PC) para palmas de 1 a 2 años; mantiene la incidencia en palmas de 2 a 4 años en un 4%; disminuye la incidencia de PC en un 1,5% en palmas de 4 a 10 años; finalmente, reduce también la incidencia de PC 1% en palmas de más de 10 años.

9. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La aplicación de Cosmo R y Cosmoquel B microelementos, además de Cosmoquel B, en el cultivo de Palma Africana, nos permite comprender la importancia que tiene la innovación tecnología en el cultivo. Del mismo modo, la adopción del uso de fertilizantes de alta tecnología como Sumicoat, propenden a un desarrollo cada vez más especializado en el campo de la Nutrición Vegetal.

Estos conocimientos a la vez deben necesariamente ampliarse y relacionarse a fin de llegar a una comprensión pormenorizada de la fisiología de los procesos metabólicos mediante los cuales podamos convertir a la fertilización en una herramienta que a más de nutrir cultivos, propicie balances permanentes de nutrientes que además de reducir costos y mejorar la productividad, puedan ser eventualmente parte de los programas MIP, de ese modo contribuiríamos a la sostenibilidad de la actividad agrícola, produciendo más, en las mismas y quizá en menores áreas, protegiendo nuestra biodiversidad y reduciendo las emisiones al ambiente.

Por lo antes expuesto, la propuesta de solución que mostramos a continuación contempla la integración de varios enfoques tecnológicos que complementan un Plan de Nutrición Integral. Un enfoque integrador que abarca todos los aspectos y etapas en la nutrición y protección del cultivo de Palma Africana y que puede adaptarse a las condiciones del cultivo en nuestro País.

PLAN INTEGRAL PARA CULTIVOS DE PALMA AFRICANA DE ALTO RENDIMIENTO

1. MANEJO NUTRICIONAL

- Programa para retención de humedad, activación de raíces y óptimo desarrollo en trasplantes de pre-vivero, vivero y plantación.
- Programa de fertilización edáfica en viveros: complemento de aplicaciones N – P – K con cosmoquel boro y cosmo-r
- Programa foliar para recuperación y uniformización de palmas en vivero.
- Programa de aplicaciones foliares para atenuar condiciones de estrés hídrico o térmico.
- Programa de fertilización edáfica en palmas trasplantadas en campo
- Programa de prevención y corrección de deficiencias nutricionales

2. MANEJO FITOSANITARIO

- Nutrición con micronutrientes para atenuar problemas fitosanitarios
- Control de malezas más eficiente
- Protección de los fungicidas del efecto de condiciones ambientales adversas en el momento de aplicación
- Controles químicos más eficientes de insectos plaga
- Mayor eficiencia en el uso de productos biológicos

10. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, A.; MUNÉVAR, F. 2003. Bud rot in oil palm plantations: Link to soil physical properties and nutrient status. Better Crops International. v.17, no.2, p.22-25.

ACOSTA, A.; MUNÉVAR, F.; GÓMEZ, P.L.; SANTACRUZ, L. 2002. Nutritionall factors associated with bud rot disease in oil palm plantations in Colombia. Internat. Oil Palm Conference. Indonesian Oil Palm Res. Inst. Bali, Indonesia.

ANCUPA, 2015. Informativo 2015. Quito.

ANCUPA. 2013, Guia de campo sobre pudrición de Cogollo. ·3ra ed.

ATKINSON,D.; MCKINLAY, R.G. (1997) Crop protection and its integration within sustainable farming systems, Agr. Ecosyst. Environ. 64, 87–93.

CENIPALMA. Líneas de tiempo Fitopatología y Entomología. Julio del 2012. Colombia

CRISTANCHO, J., O. ALFONSO Y D. MOLINA. 2012. Revisión de literatura sobre el papel del suelo y la nutrición de plantas en la Pudrición del cogollo de la palma de aceite. Revista Palmas Vol. 33 N°2. FEDEPALMA

EPSTEIN, E. 2001. Silicon in plants: Facts vs. concepts. In: Datnoff, L.E.; Snyder, G.H.; Korndörfer, G.H. (ed). Silicon in Agriculture. Studies in plant sciene, 8.Elsevier, Amsterdam.

FAO, 2011. Estadísticas de Cultivos. Conceptos, definiciones y clasificaciones/Estadisticas palma mundial.

HANSON, J.D.; LIEBIG, M.A.; MERRILL, S.D.; TANAKA, D.L.; KRUPINSKY, J.M.; STOTT, D.E. (2007) Dynamic cropping systems: increasing adaptability amid an uncertain future, Agron. J. 99, 939–943.

HUBER, D.M. 1997. Manejo de la nutrición para el combate de patógenos de plantas. Agronomía Costarricense, Costa Rica, v.2, no.1.

IICA, 2006. Guía Técnica para el cultivo de Palma Africana, Nicaragua.

LEWANDOWSKI, I.; HARDTLEIN, M.; KALTSCHMITT, M.; (1999) Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability, Crop Sci. 39, 184–193.

MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. London.

MARTÍNEZ L., GERARDO., SARRIA, GREICY A., TORRES L., GABRIEL A., VARÓN, FRANCIA., ROMERO A., HERNÁN M., SÁNZ S., JOSE I. 2010. Avances en la investigación de Phytophthora palmivora, el agente causalde la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. Revista palmas. Vol. 31 No. 1.

MOTTA V., D.F.; ARIAS A., N.A.; MUNÉVAR M., F.; ALDANA D., J.A.; RAIRÁN, C.N.; CALVACHE G., H. 2004. Relación entre la nutrición del cultivo y la incidencia de la Pestalotiopsis en la palma de aceite en las zonas norte y central de Colombia (en imprenta).

MUNÉVAR M., F. 1998. Problemática de los suelos cultivados con palma de aceite en Colombia. Palmas, Colombia, v.19 . Especial.

MUNÉVAR M., F. 2004. Relacion entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. PALMAS. Colombia .v. 5 No. Especial, Tomo II.

MUNÉVAR M., F.; ACOSTA G., A. 2002. Recomendaciones de manejo del cultivo de palma de aceite para minimizar el impacto de la Pudrición del Cogollo. Ceniavances no. 97, Cenipalma, Bogotá.

MUNÉVAR M., F.; ACOSTA G., A.; GÓMEZ, P.L. 2001.Factores edáficos asociados con la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. Palmas,Colombia, v.22.

OLLAGNIER, M.; RENARD, J.L. 1976. The influence of potassium on the resistance of oil palms to *Fusarium*. Oléagineux. v. 31.

PERDOMO, J. 2014. Importancia de la Innovacion Agricola y el Manejo Integrado de Plagas.Conferencia CROPLIFE America Latina 2014.

PERRENOUD, S. 1990. Potassium and plant health. IPI Research Topics no. 3. International Potash Institute, Berna.

SPECTRUM ANALYTIC, 2002. Relationship between mineral nutrients and other elements to plant diseases, Washington.