

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA**



**VARIABILIDAD DE REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS EN
EL CULTIVO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) EN TINGO MARÍA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

CHRISTIAN FERNANDO LÓPEZ COMETIVOS

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de Julio de 2018, a horas 5:00 p.m. en la Sala de Conferencias del Departamento Académico de Ciencias y Conservación de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

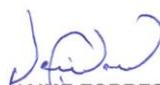
“VARIABILIDAD DE REQUERIMIENTOS EDAFOClimáticos EN EL CULTIVO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) EN TINGO MARÍA”

Presentado por el Bachiller: **CHRISTIAN FERNANDO LÓPEZ COMETIVOS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 02 de Agosto de 2018.


Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ
PRESIDENTE


Ing. JAIME TORRES GARCÍA
VOCAL


Ing. MSc. SANDRO J. RUIZ CASTRE
VOCAL




Ing. M.Sc. JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, quien me guía por el buen camino, me fortalece para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres Fernando Ciro López Omonte y Leyla Cometivos Sangama, por su entrega y apoyo incondicional para lograr mis objetivos durante mi vida universitaria, porque sin ellos no hubiera cumplido este logro y sueño de titularme.

A mi hermano Gean Franco Sinti Cometivos; por su apoyo y el gran amor que nos une.

A mi tío Willian Cometivos Sangama; por su apoyo brindado y protegerme desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, alma mater en brindarme sus instalaciones y facilitar el aprendizaje.

A la plana de catedráticos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que me brindaron sus conocimientos técnicos y científicos durante el periodo de tiempo de la vida universitaria.

A los miembros del jurado Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez, Ing. Jaime Torres García, Ing. MSc. Sandro Ruiz Castre.

Al Ing. MSc. José Lévano Crisóstomo, patrocinador del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos, y todos aquellos que colaboraron en la instalación y evaluación del trabajo, así como en la culminación de este documento.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El suelo como un sistema dinámico	3
2.2. Variabilidad de los suelos.....	4
2.3. El cocotero	5
2.3.1. Taxonomía del cocotero	6
2.3.2. Requerimiento de temperatura	7
2.3.3. Requerimiento de humedad relativa	7
2.3.4. Requerimiento de precipitación.....	8
2.3.5. Requerimiento de intensidad lumínica	9
2.3.6. Requerimiento de vientos	9
2.3.7. Requerimiento de suelos	9
2.3.8. Requerimiento de altitud	11
2.3.9. Plantación y producción anual	11
2.4. Sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la agricultura	13

2.4.1.	Elaboración de mapas exactos del campo.....	13
2.4.2.	Mapas digitalizados para estudios de suelos	14
2.4.3.	Mapas de remoción de nutrientes.....	14
2.4.4.	Mapas de evaluación de tierras	14
2.5.	Uso de suelos	14
2.5.1.	Tierras aptas para cultivos permanentes (C)	15
2.5.2.	Tierras aptas para pastos (P)	15
2.6.	Indicadores físicos de los suelos	15
2.6.1.	Textura del suelo	16
2.6.2.	Clase textural.....	16
2.7.	Indicadores químicos	18
2.7.1.	Reacción del suelo	18
2.7.2.	El pH.....	18
2.7.3.	Escala del pH	19
2.8.	Nutrientes en el suelo.....	20
2.8.1.	El fósforo (P) en el suelo.....	21
2.8.2.	El potasio (K) en el suelo	22
2.8.3.	El calcio (Ca) en el suelo	22

2.8.4.	El nitrógeno (N) en el suelo	23
2.9.	Muestreo de suelos	24
2.9.1.	Profundidad del suelo	25
2.9.2.	Delimitación de suelos	25
2.9.3.	Toma de sub muestras	26
2.9.4.	Cuidados al tomar muestras del suelo	26
2.9.5.	Análisis de suelo.....	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.	Lugar de ejecución	28
3.2.	Materiales y equipos	29
3.2.1.	Materiales de campo	29
3.2.2.	Materiales de laboratorio	29
3.2.3.	Equipos	30
3.3.	Parámetros de estudio	30
3.4.	Metodología	31
3.4.1.	Caracterización de las plantas de coco.....	31
3.4.2.	Colecta y almacenamiento de muestra	31
3.4.3.	Análisis físico y químico del suelo.....	33

3.4.4.	Interpretación de los análisis de suelos	34
3.4.5.	Datos climáticos	35
3.4.6.	Análisis e interpretación de los datos	35
IV.	RESULTADOS	36
4.1.	Determinación de los indicadores climáticos (temperatura, humedad, precipitación, intensidad lumínica, viento)	36
4.2.	Determinar los indicadores edáficos (propiedades físicas, químicas, altitud, en suelos del predio Carlos Maby en Supte San Jorge.....	40
V.	DISCUSIÓN	42
5.1.	De los indicadores climáticos (temperatura, humedad, precipitación, intensidad lumínica, viento)	42
5.2.	De los indicadores edáficos (propiedades físicas, químicas, altitud), en suelos del predio Carlos Maby en Supte San Jorge.....	44
VI.	CONCLUSIONES.....	49
VII.	RECOMENDACIONES.....	50
VIII.	ABSTRACT	51
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
	ANEXO.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Agrupamiento general de las clases texturales.....	17
2. Niveles de pH del suelo.	20
3. Niveles de contenido de fósforo (método de Olsen).	21
4. Niveles de contenido de potasio.	22
5. Niveles de calcio intercambiable.....	23
6. Nitrógeno y sus adjetivos calificativos.....	24
7. Coordenadas de los puntos muestreados en el área de trabajo.	32
8. Indicadores de suelos y métodos de determinación.	34
9. Normas para la interpretación de los análisis químicos.	34
10. Comportamiento de la temperatura durante la evaluación.....	36
11. Determinación de la humedad relativa durante la evaluación.	37
12. Determinación de la precipitación durante la evaluación.	38
13. . Determinación del viento durante la evaluación.....	39
14. Propiedades físicas con cultivo de coco en el predio Carlos Maby.	40

15. Propiedades químicas del predio Carlos Maby.....	41
16. Características de las palmas de cocos consideradas en el estudio.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Puntos muestreados en el área de estudio.....	32
2. Recolección de muestras de suelo.	33
3. Tendencia de la temperatura durante la evaluación.	37
4. Tendencia de la Humedad relativa durante la evaluación.....	38
5. Tendencia de la precipitación en el área de estudio.	39
6. Comportamiento de la textura de suelo de coco.....	40
7. Recolección de datos respecto a la producción y distanciamiento de las plantas de coco.....	59
8. Muestreo de suelo en campo.	59
9. Georreferenciación de las plantas de coco.....	60
10. Trituración de la muestra de suelo seco.	60
11. Tamizaje de la muestra de suelo según la granulometría.	61
12. Agitamiento de partículas suspendidas para análisis del suelo.	61
13. Análisis de suelos.....	63
14. Datos meteorológicos en el periodo de ejecución del trabajo.....	64

RESUMEN

Debido a que el cultivo de diversas palmeras alimenticias en diferentes lugares se viene incrementando, se necesita saber los requerimientos de clima y suelo para garantizar la producción, motivo por el cual se realizó el estudio con el objetivo de evaluar los requerimientos edafoclimaticos en el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en el sector Vista Alegre del centro poblado Supte San Jorge, Tingo María. Se ejecutó predio Carlos Maby a 10 km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, región Huánuco, evaluando desde abril hasta agosto y se tomó 2 muestras de suelos a una profundidad de 30 cm para el análisis físico y químico. Entre los indicadores climáticos, la temperatura registró valores promedios desde 24.9 °C hasta 26.1 °C, la humedad relativa fluctuó entre 82% y 85%, la precipitación tuvo variaciones desde 26.9 a 326.1 mm y el viento registró variaciones desde 421.2 a 727.8 km; entre los indicadores edáficos, presenta textura Franco Arcillo limoso, pH moderadamente ácido, bajo nivel de nitrógeno, bajo nivel de fósforo, muy bajo nivel de potasio y el calcio de un nivel medio. Se concluye que las condiciones climáticas del lugar de estudio son adecuadas para la producción de coco, mientras que las propiedades químicas de los suelos se puede corregir aplicando fertilización y correctores de suelos.

Palabras clave: Requerimientos, edáficos, climáticos, cultivo de coco, indicadores.

I. INTRODUCCIÓN

En América Latina, cerca de 207,000 ha la producción del cultivo del coco eran altas (DEL CAÑIZO, 1991). Sin embargo, esta superficie se ha reducido en las últimas dos décadas por diversas causas. La problemática que ha ocasionado esta reducción es compleja, aunque puede resumirse en la edad avanzada y mal manejo de las plantaciones, fluctuaciones en el precio, cambio de la vocación tanto en los suelos como en los productores. Como importante respuesta a este problema es el establecimiento de nuevas áreas de cultivo. En esta reactivación es imperativo utilizar material genético de la máxima calidad, resistente a la enfermedad y altamente productivo. En 1994 se inició la producción masiva de híbridos de coco. Para lograr con éxito la formación de híbridos se requiere aplicar eficientemente la tecnología disponible, ésta involucra la selección de los progenitores, el establecimiento de áreas de siembra, entre otras. Se contempla la producción de material híbrido desarrollado de 1 año de edad.

La acidez de los suelos constituye un problema de importancia en la producción agrícola en los trópicos. La acidez afecta de una forma muy particular y determinante algunas de las características físicas y químicas del suelo, de modo que en general, reduce el crecimiento de las plantas, ocasiona la disminución de la disponibilidad de algunos nutrimentos como calcio, magnesio, potasio y fósforo. El área de estudio comprende el predio Carlos

Maby en Supte San Jorge - Tingo María. El conocimiento de la calidad y cantidad de suelo es fundamental para la determinación de sus usos potenciales, debido a que la calidad del suelo se determina por las características físico químico, su naturaleza y cantidad de sustancias presentes en la misma. Para determinar los requerimientos edafoclimaticos, es necesario realizar análisis de suelo, así como evaluar los indicadores climáticos.

Por lo tanto se plantea la siguiente hipótesis, “El requerimiento edafoclimatico es diferente en selva alta del predio Carlos Maby en Supte, San Jorge”.

Objetivo general

- Evaluar los requerimientos edafoclimaticos en el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L) en el predio Carlos Maby en el sector Vista Alegre del centro poblado Supte San Jorge, Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar los indicadores climáticos (temperatura, humedad, precipitación, intensidad lumínica, viento).
- Determinar los indicadores edáficos (propiedades físicas, químicas, altitud), en suelos del predio Carlos Maby en Supte San Jorge.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El suelo como un sistema dinámico

El suelo es un cuerpo natural y dinámico que desempeña muchos roles claves en los ecosistemas terrestres (Doran & Parkin, 1994; USDA, 2003; citado por VASQUEZ, 2009) y se forma a partir del material parental, el relieve, la biota, el clima y el tiempo, en una serie de procesos globales: ganancias, pérdidas, traslocaciones y transformaciones, que determinan sus características (Malagón *et al.*, 1995; citado por VASQUEZ, 2009).

La acción combinada de factores y procesos formadores conlleva al desarrollo de gran diversidad de suelos (Buol *et al.*, 1983; citado por VASQUEZ, 2009). Igualmente, el suelo es el intermediario entre el sistema físico-climático (física dinámica de la atmósfera) y el sistema biogeoquímico (en la biósfera), por lo que cualquier actividad sobre él influye en procesos de nivel global. De acuerdo con la Teoría de Sistemas, el “sistema suelo” puede entenderse como un punto relativamente estable en la superficie terrestre frente a procesos de transferencia y transformación y, desde esta perspectiva, es evidente la relación morfología-procesos.

Aplicar la Teoría de Sistemas al suelo debería hacer posible modelar los flujos de energía y materia. Sin embargo, la falta de datos cuantitativos es crítica para establecer modelos matemáticos y, por

consiguiente, para avanzar en el conocimiento de la génesis de estos sistemas (Malagón *et al.*, 1995; citado por VASQUEZ, 2009).

2.2. Variabilidad de los suelos

Las variaciones espaciales pueden estudiarse a través de técnicas geoestadísticas que permiten elaborar mapas y delimitar áreas de manejo homogéneo. Se ha estudiado la variabilidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que afectan la productividad de los cultivos, reportándose asociaciones entre éstas y el rendimiento, aunque dichas asociaciones dependen del rango de variación del parámetro y del rango en que éste afecta al rendimiento (ORTEGA y FLORES, 1999).

A pesar de la necesidad de mejorar la precisión de los ensayos que se realizan en las estaciones experimentales, generalmente no se mapean los suelos con suficiente detalle, en procura de identificar los cambios marcados en sus atributos los cuales suelen presentarse aún en cortas distancias. Por el contrario, se ha preferido disminuir la incidencia de la variabilidad del suelo en los ensayos mediante el proceso de aleatorización en los diseños experimentales, es decir, se ha intentado neutralizar el efecto de la variabilidad, pero se ha avanzado poco en su estudio como un elemento del suelo mismo y de su relación con los resultados experimentales (Beckett y Webster, 1971; citado por VASQUEZ, 2009).

La variabilidad de las propiedades del suelo es una condición inherente al mismo debido a que en su formación intervienen varios procesos

diferentes, controlados su vez por los factores de formación; éstas interacciones pueden ser muy variadas dando como consecuencia una buena cantidad de suelos posibles. La variabilidad depende de la propiedad que se analice, siendo más variables las químicas que las físicas. Hay menor variabilidad en las propiedades del suelo en su condición natural, que cuando es sometido a uso y aquellas propiedades que más se afectan por el manejo serán las que presenten mayor variabilidad (OVALLES, 1992). La variabilidad en el campo se debe a varios factores naturales y antropogénicos. El factor natural más importante es el tipo de suelo cuyas características están definidas por el material parental y la topografía (GARCIA, 2016).

El material parental a menudo varía en patrones de gran escala regional, pero también se pueden observar variaciones a pequeña escala, en especial en suelos originarios de depósitos coluviales o aluviales en zonas cercanas a los ríos (Brady y Weil, 2002; citado por VASQUEZ, 2009). Además, de los factores citados se debe considerar la variación en función del clima. En especial la cantidad, frecuencia e intensidad de precipitaciones, vientos, temperatura máxima, mínima, amplitud diurna y nocturna, así como la radiación solar (Bragachini, 1999; citado por VASQUEZ, 2009).

2.3. El cocotero

El cocotero (*Cocos nucifera* L.) pertenece a la familia de las Arecaceae y es conocido también como palma de coco, «árbol de los cien usos», «árbol de la vida», etc. por los muchos productos útiles que proporciona. La palma de coco es un cultivo principalmente de las zonas tropicales cálida

húmedas (BALDERAS, 2010). El cultivo constituye una fuente para obtener muchos productos para la vida del hombre tales como: materiales para el fuego, recursos para fabricar vivienda, aceite y proteína de alto valor nutritivo. La pulpa seca llamada copra, contiene gran cantidad de aceite, que a la vez se emplea como materia prima para la fabricación de margarinas, grasas vegetales y jabones finos de tocador. La torta que queda como subproducto se usa en la alimentación del ganado y aves (IIFT, 2010).

Cocos nucifera L. se encuentra ampliamente distribuida en islas y zonas costeras tropicales de todo el mundo, entre los 26 °C de latitud norte y sur (DEL CAÑIZO, 1991); mientras que GRANADOS y LÓPEZ (2002) señalan que el coco que prospera mejor entre los 20° latitud norte y 20° latitud sur, en costas arenosas; al respecto BALDERAS (2010) recalca que los más importantes centros de producción se encuentran dentro de los 15° a partir del Ecuador.

2.3.1. Taxonomía del cocotero

Teniendo en consideración la clasificación de CRONQUIST (1981), el coco se clasifica de la siguiente manera:

Reino : Plantae Haeckel, 1866

División: Magnoliophyta Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966

Clase : liliopsida Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966

Subclase: Arecidae Takht., 1966

Orden : Arecales Nakai, 1930

Familia: Arecaeae C. H. Schultz-Schultzenstein, 1832

Género: Cocos L. 1753

Especie: nucifera.

2.3.2. Requerimiento de temperatura

El cocotero requiere clima cálido, sin grandes variaciones de temperatura. Una temperatura media diaria en torno a los 27 °C con variaciones de 5 a 7 °C (LIZANO, 2002). Para DEL CAÑIZO (1991), es una planta tropical que prospera mejor en climas sin marcadas fluctuaciones estacionales, con una temperatura promedio superior a 20 °C.

El coco es un cultivo de trópico húmedo que prospera mejor en un rango de temperatura media de 25 a 30 °C (GRANADOS y LÓPEZ, 2002), mientras que BALDERAS (2010) señala que la media anual debe ser alrededor de 26.8 °C, con temperaturas medias máximas de 30.1 °C, y medias mínimas que descienden a 23.5 °C.

2.3.3. Requerimiento de humedad relativa

Por la distribución geográfica del cocotero, se puede concluir que los climas cálidos y húmedos son los más favorables para su cultivo. Una humedad atmosférica baja o excesiva es perjudicial al cocotero. OCHS (1977) reporta que menos del 60% de humedad relativa es nociva para la planta.

Cuando el nivel freático es poco profundo (1 a 3 m) o cuando se garantiza el riego, aumenta la transpiración foliar, provocada por baja humedad atmosférica, induciendo un aumento en la absorción de agua y de nutrientes por las raíces (LIZANO, 2002).

La humedad atmosférica debe ser de 80 a 90% con un promedio mensual no menor de 60% (BALDERAS, 2010).

Los climas cálidos y húmedos son los más favorables para el cultivo de la palma de coco. Una humedad relativa menor del 60% es perjudicial para el cocotero. Si el nivel freático es poco profundo (1 a 4 metros) o cuando se garantiza el riego, el aumento de la transpiración, provocado por una baja humedad atmosférica, induce un aumento en la absorción de agua, y por tanto de nutrientes por las raíces (ALCARAZ, 2012).

2.3.4. Requerimiento de precipitación

El régimen de precipitación pluvial ideal se caracteriza por una lluvia anual promedio de 1500 mm, con precipitación mensual mayor a 130 mm. Reportes sobre el déficit hídrico, señalan que períodos de tres meses con menos de 50 mm son perjudiciales al cultivo (LIZANO, 2002).

Es una planta tropical que prospera mejor en climas sin marcadas fluctuaciones estacionales, con precipitación media anual de 1,000 a 1,800 mm, pudiendo soportar mayores precipitaciones en suelos con buen drenaje (DEL CAÑIZO, 1991).

Durante el año, la precipitación debe ser lo más homogénea posible y no ser menor de 1,600 mm, con un período seco no mayor de tres meses (BALDERAS, 2010).

2.3.5. Requerimiento de intensidad lumínica

El cocotero es una planta heliofílica, por tanto no admite sombreado. Una insolación de 2000 horas anuales con un mínimo de 120 horas mensuales, es considerada ideal para el cultivo (LIZANO, 2002).

Para BALDERAS (2010), no será menor de 2,000 horas-sol por año (Heliógrafo de Campbell).

2.3.6. Requerimiento de vientos

Los vientos suaves o moderados favorecen el cultivo, sin embargo, los vientos fuertes en períodos de sequía aumentan las condiciones de sequedad del suelo y la transpiración de la planta, generando un déficit hídrico perjudicial para la planta. Las condiciones de vientos huracanados son limitantes, principalmente para los cocoteros del tipo enano, pues poseen menor resistencia en su tronco y raíces (LIZANO, 2002).

2.3.7. Requerimiento de suelos

Los suelos aptos para el cultivo del cocotero son aquellos con texturas livianas (de francos a arenosos), aluviales, profundos (más de 1 metro), con una capa freática superficial de 1 a 2 metros de profundidad. Los

suelos de la planicie costera presentan estas características. Cuando se maneja la humedad del suelo con riego, el cultivo puede realizarse en suelos arcillosos y limosos (ALEXANDER, 1994).

El cocotero se adapta bien a los suelos donde la capa freática es salina. Debido a la gran demanda de cloro de la planta, la existencia de agua salobre es hasta beneficiosa, por ello es uno de los pocos cultivos que puede verse en las playas o en su cercanía. Las raíces activas se localizan en un radio de 2 metros del tronco, a una profundidad entre los 0.2 a 0.8 metros, dependiendo de la profundidad efectiva del suelo y de la profundidad del nivel freático (LIZANO, 2002).

El cocotero puede vivir en cualquier clase de suelo con buen drenaje; comúnmente se ubica en las costas arenosas con condiciones de alta humedad distribuida equitativamente a través del año, requiriendo para una óptima producción de 1,800 mm o más. También es viable su cultivo en áreas con baja precipitación si el agua del manto freático está disponible (SENTO, 1975).

Por su capacidad para crecer en suelos arenosos sujetos a inundación ha desarrollado importantes mecanismos de adaptación. Es el caso de su extenso sistema de raíces que le proporciona un anclaje eficiente para soportar fuertes vientos y su resistencia fisiológica que le permite tolerar la salinidad del suelo, condiciones alcalinas e incluso heladas ocasionales (GRANADOS y LÓPEZ, 2002). Tiene un buen desarrollo en suelos de aluvión tipo migajón arenoso, con presencia de materia orgánica, aireación, buen

drenaje y con un pH entre 5 y 8. La profundidad mínima del suelo para su óptimo desarrollo radicular debe ser de 80 a 100 cm (DEL CAÑIZO, 1991).

Con una profundidad de 80 a 100 cm, y libres de un lecho rocoso o arcilloso, además deben ser permeables y con una buena capacidad de aireación, debe tener un adecuado drenaje horizontal; la textura debe ser arenosa, franco arenoso o de migajón arenoso.

No deben establecerse cuando la conductividad sea mayor a 6 mil ohm/cm; un pH de 7 ó cercano a éste es el óptimo para el desarrollo de las plantas (pH entre 5.5 a 7.5). El manto freático debe estar entre los 100 y 200 cm (BALDERAS, 2010).

2.3.8. Requerimiento de altitud

El rango óptimo de elevación en que se desarrolla el cocotero está entre los 0 a 400 msnm (LIZANO, 2002), mientras que DEL CAÑIZO (1991) señala que también puede encontrarse a alturas de hasta 1,200 msnm.

El coco es un cultivo de trópico húmedo que prospera mejor en costas arenosas a altitudes por debajo de los 1,000 m (GRANADOS y LÓPEZ, 2002). Las plantaciones comerciales deben de preferirse entre los 0 y los 300 msnm (BALDERAS, 2010).

2.3.9. Plantación y producción anual

El cultivar Alto del pacífico de tipo indeterminado que inicia a producir entre 6 a 9 años, de tipo de crecimiento alto, con una producción anual

de 60 a 80 frutos por planta por año y cada fruto pesa 2.0 kg (LIZANO, 2002). El cultivar Enano, Malasino o Malayo de tipo Amarillo, Verde Rojo o Dorado que inicia a producir a los 3 años, de tipo de crecimiento pequeño, con una producción anual de 120 a 150 frutos por planta por año y cada fruto pesa 1.0 kg (LIZANO, 2002).

El cultivar Híbrido tipo MAPAN y MAPAC que inicia a producir a los 4 años, de tipo de crecimiento pequeño, con una producción anual de 120 a 140 frutos por planta por año y cada fruto pesa 1.5 kg (LIZANO, 2002).

De acuerdo con Barbosa (1999), citado por MIGUEL NETO (2005), en la zona rural del Estado de Paraíba (Brasil), caracterizada por una baja precipitación, los productores de coco alcanzan una producción cercana a 160 frutos por palma al año.

Para CORTÁZAR (2011a) en coco Malayo Enano Amarillo bajo población completa (9 m en marco real y en tres bolillos con densidades de 121 y 143 palmas por hectárea respectivamente) y en circunstancias normales es razonable esperar cosechar mensualmente un promedio de 1,700 frutos/ha, con volúmenes promedio de agua/fruto de 241 ml. Cuando se trate de cosecha de frutos destinados al consumo de agua, se deberán cortar a la edad de 7 a 8 meses.

En caso del mismo autor (CORTÁZAR, 2011b) en coco Alto Pacífico bajo población completa (10 m en marco real y en tres bolillos con densidades de 100 y 120 palmas por hectárea respectivamente) y en

circunstancias normales es razonable esperar cosechar mensualmente un promedio de 1,500 frutos/ha, con volúmenes promedio de agua/fruto de 635 ml.

2.4. Sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la agricultura

La utilidad principal de un sistema de información geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real, a partir de las bases de datos digitales. Esos modelos pueden utilizarse en la simulación de los efectos que un proceso de la naturaleza o una acción antrópica produce sobre un determinado escenario en una época específica (Ortiz, 2004; citado por VASQUEZ, 2009).

Al inicio, esta herramienta se utilizó para manejar la información de análisis de suelo, para desarrollar mapas de dosis variables de fertilización y aplicación de cal agrícola. Luego, se usó SIG para manejar estudios más generales del suelo, datos de producción y otra información de manejo y administración agrícola. Sin embargo, el poder del SIG va más allá del desarrollo de mapas que muestran la variabilidad del suelo o del rendimiento.

2.4.1. Elaboración de mapas exactos del campo

Se relacionan diversos mapas como los de producción, generales de suelos y mapas de contenido de nutrientes para lograr un mapa de aplicación precisa de fertilizantes con dosis variables dependiendo de la localización del sitio en el campo, luego se puede generar un mapa de cómo se

aplicó el fertilizante y otro que refleje los cambios generados por la aplicación (REETZ, 2000).

2.4.2. Mapas digitalizados para estudios de suelos

Mapas de textura, pendiente y profundidad del subsuelo, que se combinan con mapas de producción, para determinar áreas que requieran drenaje interno o superficial y realizar un monitoreo de los niveles freáticos dentro las plantaciones (Castañeda, 2005; citado por VASQUEZ, 2009).

2.4.3. Mapas de remoción de nutrientes

Se pueden determinar con base en los mapas de producción. Varios años de datos de fertilización, análisis de suelo y fertilización, análisis de suelo y remoción de nutrientes permiten que un SIG pueda ser usado para determinar zonas de fertilidad variable dentro del campo (Reetz, 2000; citado por VASQUEZ, 2009).

2.4.4. Mapas de evaluación de tierras

Se pueden desarrollar mapas para determinar el valor de mercado de la tierra, basándose en las características del suelo y su productividad.

2.5. Uso de suelos

La capacidad de uso de un suelo puede definirse como su aptitud natural para reproducir constantemente bajos tratamientos continuos y usos específicos. Sabemos que el suelo nunca se presenta uniforme, aunque

podemos estimular extensas áreas con características muy similares, dentro de un valle de extensión limitada. Se encuentra una gran diversidad de suelos (PORTA *et al.*, 1999).

2.5.1. Tierras aptas para cultivos permanentes (C)

Son aptas para la agricultura de cultivos permanentes y ofrecen limitaciones de orden topográfico y edáfico. Abarcan 2,707.00 ha. Es decir, el 21% de la superficie del territorio.

2.5.2. Tierras aptas para pastos (P)

Este grupo reúne los suelos que presentan vocación para pastos para la propagación de follajes. Comprende 17,916.000 ha es decir, el 13.9% del territorio nacional.

2.6. Indicadores físicos de los suelos

Las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este recurso. La calidad física del suelo se asocia con el uso eficiente del agua, los nutrientes y los pesticidas, lo cual reduce el efecto invernadero y conlleva un incremento de la producción agrícola.

Esta calidad no se puede medir directamente, pero se infiere a través de los indicadores de la calidad. La estructura, la densidad aparente, la profundidad del suelo superficial, son las características físicas del suelo que se han propuesto como indicadores de su calidad (GARCÍA *et al.*, 2012).

Brejeda y Moorman (2001), citados por ACEBEDO *et al.* (2005) sugiere que, la textura del suelo se relaciona con la porosidad, infiltración y disponibilidad de agua; la densidad aparente, relaciona con la tasa de infiltración y conductividad hidráulica; y la estabilidad de agregados, que se relaciona con la resistencia a la erosión y contenido de materia orgánica en el suelo.

2.6.1. Textura del suelo

Es la distribución de fracciones de arena, limo y arcilla contenidas en el suelo; excluye a partículas minerales más grandes que la arena (2 mm de diámetro), las cuales son consideradas como modificadores texturales recibiendo las siguientes denominaciones: grava (0.2 – 2 cm), gravilla (2 – 5 cm), guijarros (15 – 25 cm), rodador (25 – 50 cm) y los bloques (+ 50 cm); son considerados dentro de este grupo a los agregados estables por efecto de materia orgánica (ZAVALETA, 1992).

2.6.2. Clase textural

Las clases texturales se basan en las diferentes combinaciones de arena, limo y arcilla, por consiguiente, estas combinaciones son casi infinitas (ZAVALETA, 1992).

No obstante, se han fijado solo doce clases texturales básicas; que se enumeran en orden de incremento de la fracción fina; y en relación al suelo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Agrupamiento general de las clases texturales.

Grupo textural	Denominación empírica	Clases texturales
Arenoso	Ligero	Arenas
		Arena Franca
Franco	Mediano	Franco Arenoso
		Franco
	Pesado	Franco Limoso
		Limoso
		Franco Arcilloso
		Franco Arcillo Arenoso
Arcilloso	Muy pesado	Franco Arcillo Limoso
		Arcillo-Arenoso
		Arcillo-Limoso
		Arcilloso

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNAS.

SERRADA (2008) indica que, la abundancia de limo favorece la presencia de microporos a través de los cuales el agua no drena al quedar retenida por fuerzas de capilaridad. La riqueza en arcilla, sobre todo si el suelo es pobre en materia orgánica, favorece la compactación debido al carácter aglomerante de los materiales arcillosos, y tanto más si el suelo tiene una falta pedregosidad.

2.7. Indicadores químicos

Se refieren a las condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, y la disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas y los microorganismos. Entre ellos se encuentran la disponibilidad de nutrimentos, el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de absorción de fosfatos, la capacidad de intercambio de cationes, los cambios en la materia orgánica, el nitrógeno total y el nitrógeno mineralizable (BAUTISTA *et al.*, 2004).

2.7.1. Reacción del suelo

La reacción del suelo es quizás la propiedad química más importante de un suelo, como medio destinado al cultivo de plantas, la cual se expresa en términos de pH. Este efecto más que nada es forma indirecta, ya que influye en forma decisiva en la disponibilidad de la mayoría de nutrientes, en las propiedades químicas, y biológicas del suelo (FASSBENDER y BORNEMISZA, 1987).

2.7.2. El pH

El pH expresa la cantidad de iones (H^+) en suelos como también en solución acuosa es normalmente una fracción muy pequeña de un equivalente, por litro, se ideó la escala de pH como el logaritmo del recíproco (logaritmo negativo) de la actividad de los iones H^+ en la solución representándose este valor mediante la ecuación:

$$\text{pH} = \log. 1/ (\text{H}^+)$$

Es la medición electroquímica de la concentración efectiva de los iones H^+ y OH^- de la solución suelo, por medio de un electrodo, inmerso en la suspensión suelo/agua (AREVALO y SANCO, 2002). A un $\text{pH} = 7$, la concentración de iones de H^+ es igual a la concentración efectiva de los iones OH^- ; un cambio de pH indica cambio en la concentración de iones H^+ y OH^- . Un pH menor que 7 indica que la concentración es ácida y es alcalina si el pH de la solución es mayor que 7 (CEPEDA, 1991 y ZAVALETA, 1992).

2.7.3. Escala del pH

La escala de pH va desde valores 0 a 14, pero en los suelos se han encontrado valores entre 3.5 y 10, se muestra algunas inferencias generales y los valores de pH (Cuadro 2), pero el grado de acidez y alcalinidad son sensiblemente modificados acorde con aquellas inferencias por su significado en el manejo de los suelos (ZAVALETA, 1992).

El pH óptimo para el desarrollo de las plantas esta dado entre los valores de pH de 6.5 y 7.5, pH mayor o menor a este rango traerán consigo problemas por toxicidad. Los suelos que se encuentran en la gama de pH 5.8 a 7.5 tienen más probabilidades de dar problemas que aquellos que tienen los valores altos o bajos. Los que presentan $\text{pH} \leq 5.0$, indican que tienen deficiencia de Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ o como también pueden tener elementos que estén volviendo toxico al suelo como: Zn^{2+} , Al^{3+} , Ni^{2+} , etc. (FERNANDEZ, 2006).

Cuadro 2. Niveles de pH del suelo.

Descripción	Rango
Extremadamente ácido	Menor de 4.5
Fuertemente ácido	4.6 – 5.4
Moderadamente ácido	5.5 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Moderadamente alcalino	7.4 – 8.5
Fuertemente alcalino	Mayor de 8.5

Fuente: ZAVALETA (1992).

2.8. Nutrientes en el suelo

Nutrientes son sustancias químicas disueltas en la humedad del suelo, necesarias para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas. Los nutrientes vitales son 13 elementos minerales. Son imprescindibles, porque si un suelo contiene cero gramos de los elementos, las plantas no crecen. Y los nutrientes vegetales son aquellos elementos químicos que en mayor o menor proporción son necesarios para el desarrollo de las plantas, y en general estas toman del suelo por las raíces, y del aire por las hojas.

Por lo tanto, el correcto desarrollo de un cultivo dependerá del contenido nutricional del suelo. Pero la cantidad de nutrientes a añadir al suelo no depende solo del estado químico del suelo sino también de factores como el clima local, la estructura física, la existencia de cultivos previos y presentes,

actividad microbiológica, etc. Por tanto, con una evaluación es posible saber la cantidad de fertilizantes a añadir (ZAVALA, 1999).

2.8.1. El fósforo (P) en el suelo

El fósforo, luego del nitrógeno, es el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos. Interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular y se lo considera un nutriente esencial para las plantas. La única entrada al sistema proviene del agregado de fertilizantes fosfatados, mientras que las salidas pueden dar por extracción en los granos cosechados, erosión, escurrimiento y lixiviación (de escasa importancia) (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

Cuadro 3. Niveles de contenido de fósforo (método de Olsen).

Nivel	Fósforo (ppm)
Muy bajo	≤ 5
Bajo	5.1 - 10
Normal	10.1 - 20
Alto	20.1 - 30
Muy alto	≥ 30.1

Fuente: FAO (2000).

La fijación de fósforo en el suelo es un proceso natural que puede llevar a una deficiencia de este elemento aun cuando el contenido total de fósforo en el suelo pueda ser alto. La fijación fosfórica es un proceso específico

de adsorción que ocurre principalmente en los suelos con altos contenidos de óxidos de hierro – hematita, goethita y óxidos de aluminio – gibsita y minerales arcillosos principalmente caolinita. Estos suelos son típicos de zonas tropicales y subtropicales (FAO, 2000).

2.8.2. El potasio (K) en el suelo

Elemento nutritivo esencial para todos los organismos vivos. Los vegetales necesitan cantidades elevadas de este nutriente siendo semejantes al requerimiento de nitrógeno. Cumple un rol importante en la activación de un gran número de enzimas (conociéndose más de 60 activadas por este catión), que actúan en diversos procesos metabólicas tales como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos; también tiene incidencia en el balance de agua y en el crecimiento meristemático (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

Cuadro 4. Niveles de contenido de potasio.

Descripción	Potasio (kg/ha)
Muy bajo	Menos de 300
Medio	300 - 600
Alto	Más de 600

Fuente: SOIL SURVEY STAFF (1993).

2.8.3. El calcio (Ca) en el suelo

La cantidad total de Ca en el suelo es variable, suelos áridos y calcáreos niveles muy altos, suelos viejos de los trópicos, bajo nivel de Ca,

suelos arcillosos contienen más Ca que los suelos arenosos. Debido a que el Ca existe como un catión, este nutriente está gobernado por los fenómenos del intercambio catiónico al igual que los otros cationes, y se mantiene adherido como Ca^{++} intercambiable en la superficie de los coloides cargados negativamente. Generalmente es el catión dominante en el suelo, aun a valores de pH bajos. Las fuentes de calcio encontramos en calcita, dolomita, yeso, superfosfato simple y superfosfato triple (FAO, 2000).

Cuadro 5. Niveles de calcio intercambiable.

Nivel	Calcio Cmol (+)/kg
Muy bajo	≤ 2.0
Bajo	2.01 – 5.00
Medio	5.01 – 9.00
Alto	9.01 - 15.00
Muy alto	≥ 15.00

Fuente: FAO (2000).

2.8.4. El nitrógeno (N) en el suelo

El principal reservorio de nitrógeno es la propia materia orgánica y que se captura fundamentalmente en las formas NO_3^- o NH_4^+ . Su contenido en el suelo depende de la actuación de los microorganismos de la mineralización y, por ello, su máxima disponibilidad queda precisamente en la zona neutra de pH, disminuyendo tanto en el extremo alcalino como en el extremo ácido, pH

óptimo de 6 a 8 (GIL, 1995). El nitrógeno es el elemento más importante y que la planta requiere en mayor cantidad; además es el menos disponible debido a su movilidad dentro del sistema (GROS, 1986 y GONZALES, 1993).

Cuadro 6. Nitrógeno y sus adjetivos calificativos.

Calificativo	Nitrógeno (%)
Bajo	< 0.1
Medio	0.1 - 0.2
Alto	> 0.2

Fuente: UNALM (2012).

2.9. Muestreo de suelos

El suelo es la base para el establecimiento de cualquier proyecto agrícola, pecuario, forestal o de construcciones civiles. Antes de establecerse cualquier uso del suelo es necesario conocer sus características. Cuando se quiere establecer cultivos agrícolas, pasturas o plantaciones forestales se debe evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Luego de que las limitaciones del suelo han sido detectadas se puede determinar cuál es su uso más adecuado y cuál es el manejo racional que debería dársele (GUTIERREZ, 2007). La muestra de suelos debe ser representativa del terreno que se desea evaluar. Los análisis de suelos en el laboratorio se hacen siguiendo metodologías bastante detalladas y con técnicas analíticas cada vez más exactas y precisas (SÁNCHEZ y CAMACHO, 1981).

2.9.1. Profundidad del suelo

La profundidad del suelo puede variar de unos pocos centímetros a varios metros. Las raíces de las plantas usan el suelo a profundidades que van de unos pocos centímetros a más de un metro; en algunos casos esas raíces pueden llegar a varios metros. La profundidad del suelo es un factor limitante para el desarrollo de las raíces y de disponibilidad de humedad y nutrientes para las plantas, afectando además la infiltración y las opciones de labranza.

Cuanto más superficial es un suelo, más limitados son los tipos de uso que puede tener y más limitado será también el desarrollo de los cultivos. Los suelos superficiales tienen menor volumen disponible para la retención de humedad y nutrientes y también puede impedir o dificultar la labranza; también pueden ser susceptibles a la erosión porque la infiltración del agua está restringida por el substrato rocoso (FAO, 2000).

2.9.2. Delimitación de suelos

Es necesario identificar los diferentes tipos de suelos en la finca y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo. Usualmente los límites del suelo coinciden con el cambio en la pendiente del terreno (plano vs. inclinado), material parental (terrazza aluvial vs. coluvio), uso (pastura vs. bosque), manejo (fertilizado vs. no fertilizado).

AREVALO y SANCO (2002) indica que cada tipo de suelo se considerara como un terreno homogéneo e independiente (unidad de

muestreo), que debe ser identificado en base a las características mencionadas, pendientes, material parental, uso, manejo.

2.9.3. Toma de sub muestras

Dentro de cada unidad de muestreo se toma una muestra de suelo que es en realidad una muestra compuesta. Es decir, una muestra de suelo se compone de varias sub muestras tomadas aleatoriamente en el campo. El número de sub muestras por cada muestra es variable, como recomendación general se sugiere que para una unidad de muestreo se tomen 10-20 sub muestras (AREVALO y SANCO, 2002).

2.9.4. Cuidados al tomar muestras del suelo

Es importante mantener en mente que lo que se quiere es tener una muestra lo más representativa posible del suelo en cuestión. Durante el muestreo abstenerse de fumar, comer, o manipular otros productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) para evitar la contaminación de la muestra y obtener resultados falsos. No tome muestras cerca de caminos, canales, viviendas, linderos, establos, saladeros, estiércol, estanques o lugares donde se almacenen productos químicos, materiales orgánicos, o en lugares donde hubo quemados recientes. Lavase bien las manos antes de hacer el muestreo.

No utilice bolsas o costales donde se hayan empacado productos químicos, fertilizantes, cal o plaguicidas. No tome muestras de un solo sitio del terreno (AREVALO y SANCO, 2002).

2.9.5. Análisis de suelo

El análisis químico del suelo constituye una técnica muy utilizada para la recomendación de fertilizantes. Es una fuente de información vital para el manejo de suelos, permite: clasificar los suelos en grupos afines, la información obtenida mediante los análisis de suelos, es la base para hacer recomendaciones sobre fertilización para situaciones específicas, los análisis constituyen una excelente guía para el uso racional de los fertilizantes. Sin embargo, no debe olvidarse que, en la producción de cultivos, interviene un conjunto de factores de gran importancia como: clima, variedades, control fitosanitario, manejo general y otras, que podrían limitar el desarrollo adecuado de una planta si no se encuentra en el grado óptimo requerido.

En general, mientras más elevado sea el contenido de nutrimentos en el suelo, menor será la probabilidad de obtener una respuesta a la aplicación de fertilizantes, involucra dos etapas, la interpretación de los resultados y la recomendación. La interpretación se refiere a la estimación de obtener respuesta mediante el empleo de fertilizantes, mientras que la recomendación es la interpretación práctica de los resultados obtenidos para aplicarla en la producción comercial de cultivos (FAO, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el predio Carlos Maby en un área de 1500 m², cuyo propietario es el Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez y se encuentra ubicado en el centro poblado Supte San Jorge, que políticamente se ubica en el distrito de Rupa Rupa, a 10 km y se llega en un tiempo de 10 minutos desde la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco.

Dicho ámbito, se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh.PT) (UBILLUS, 2014).

Como características climáticas, la zona presenta una humedad relativa de 80%, temperatura media anual de 24 °C y una precipitación anual de 3300 mm (ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2017).

Las actividades se llevaron a cabo en campo para el muestreo de suelos y en el Laboratorio de Suelos utilizando para los análisis de suelos respectivos, con el objetivo de lograr una mayor profundización del objeto de estudio, asimismo se añadió la obtención de datos de la estación meteorológica

para el análisis y procesamiento de los datos climatológicos. Lo que permitió obtener diferencias cuantificables de los indicadores evaluados.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de campo

Dentro de los materiales utilizados se consideró a: la pala recta para el muestreo de suelos, el pico para la remoción de la capa arable de una profundidad de 30 cm, las bolsas de polietileno que se utilizó para depositar las muestras de los suelos y una vez que fueron secados se las enviaron al laboratorio para su análisis; además se utilizó la cinta métrica para realizar las medidas del área del cultivo de coco y las etiquetas que fueron añadidas en las bolsas que contenían las muestras de suelo para evitar confusiones durante el traslado al laboratorio.

3.2.2. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio utilizados fueron: cintas masking tape para tapar las boquillas de los tubos de ensayos y de algunos matraces, etiquetas para colocarlos en cada uno de los tubos de ensayos, mandil como protector de la vestimenta, placas Petri para realizar los cultivos, probetas de 250 mL para el enrasado de volumen de los compuestos químicos utilizados, tubos de ensayo con capacidad entre 18 a 180 mm para enrasar las soluciones preparadas, las cápsulas Petri con capacidades entre 90 a 100 mm, fiolas de 100 mL, matraz de 250 mL, tubos Durkam cuya capacidad fue entre 10 a 75

mm, pipetas de 1 a 10 ml, gradillas, asa de colle, láminas y laminillas, mecheros para esterilizar las muestras, pinzas, tijeras, guantes, papel kraff, probetas, cintas y pitas.

3.2.3. Equipos

Los equipos utilizados fueron: estufas, tamiz de diferentes diámetros, balanza analítica, matraz Erlenmeyer, hidrómetro de bouyoucos, rodillo de madera, pH-metro, agitador, cámara fotográfica y receptor GPS.

3.3. Parámetros de estudio

Se evaluó la calidad del suelo que contiene el fundo Carlos Maby en Supte-Tingo María, para ello se tomaron 2 muestras de suelo de coco, donde se consideró las siguientes variables:

- **Variable dependiente (Y)** = Parámetros edafoclimáticos del coco

Indicadores de la variable Y:

Y_1 = suelo de coco

- **Variable independiente (X)** = La variación edafoclimática

Indicadores de la variable X:

X_1 = Parámetros físicos, químicos, climáticos

3.4. Metodología

La metodología considerada fue de fase gabinete – campo y campo – gabinete.

3.4.1. Caracterización de las plantas de coco

Se realizó la caracterización de las plantas de coco con la finalidad de conocer el estado actual de la misma, dentro de ello se consideró:

- El conteo del total de frutos por plantas.
- Cantidad de racimos por plantas.
- Cantidad de hojas por plantas.
- Distanciamientos considerados entre plantas.

3.4.2. Colecta y almacenamiento de muestra

El área considerada en el estudio fue de 1500 m² donde se hicieron los muestreos de suelo. Dicha actividad inició con la georreferenciación de cada punto de muestreo que generalmente estuvo entre 30 a 40 cm desde el estípite de la palmera (Cuadro 7 y Figura 1).

Se consideró recolectar datos de nueve plantas de coco y el punto para el muestreo de suelos se consideraba ubicándolo en caso de pequeña pendiente en la parte superior desde donde se encontraba el estípite con la finalidad de homogenizar las ubicaciones de muestreo.

Cuadro 7. Coordenadas de los puntos muestreados en el área de trabajo.

Número de puntos	Zona	Este	Norte	Altitud (msnm)
1	18L	0394573	8972513	674
2	18L	0394573	8972503	674
3	18L	0394575	8972475	672
4	18L	0394578	8972487	676
5	18L	0394572	8972480	678
6	18L	0394569	8972484	673
7	18L	0394552	8972478	670
8	18L	0394561	8972487	674
9	18L	0394552	8972485	669

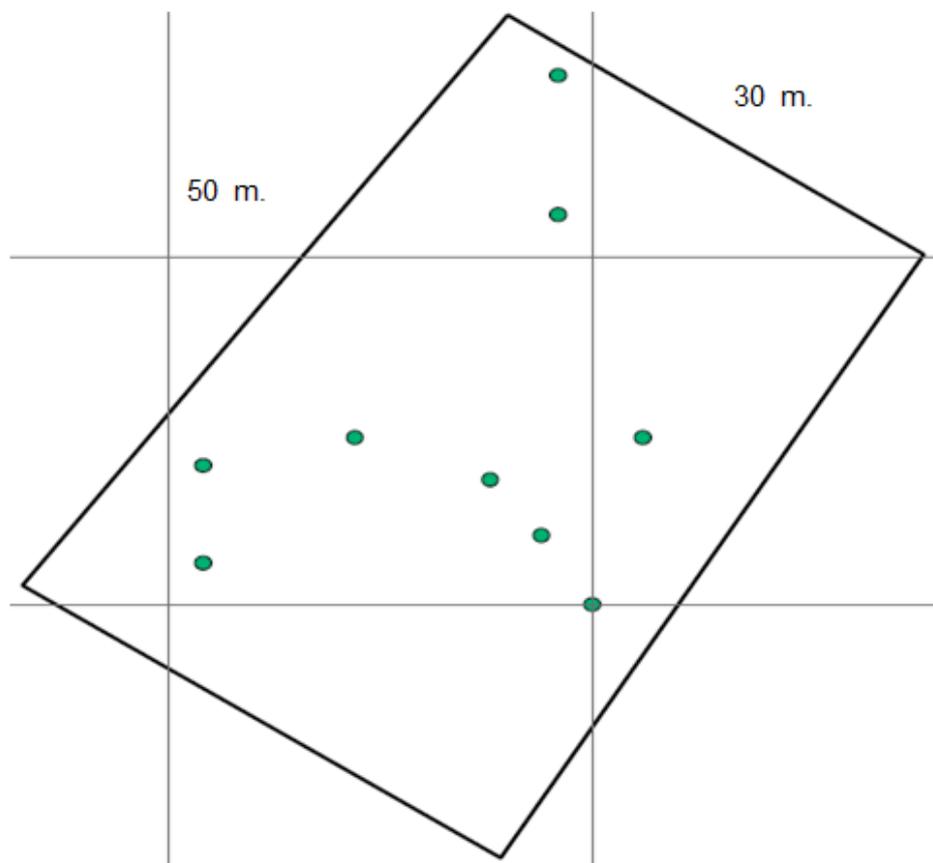


Figura 1. Puntos muestreados en el área de estudio.

La apertura de los hoyos donde se colectó las muestras de los suelos presentaban una profundidad de 30 cm y para ello se utilizó una pala recta (Figura 2); el corte final realizado para la toma de muestras se hizo en bisel. Para almacenar y poder transportar las muestras colectadas se utilizó bolsas de polietileno debidamente limpias y rotuladas; posterior a ello se trasladó las muestras a la ciudad de Tingo María en donde se le hizo secar las muestras limitando que lleguen directamente los rayos del sol para posteriormente ser trasladados al laboratorio de Suelos.



Figura 2. Recolección de muestras de suelo.

3.4.3. Análisis físico y químico del suelo

Los análisis físicos y químicos se determinaron de acuerdo a los métodos para cada componente (Cuadro 8) en el laboratorio de Suelos, para su posterior interpretación y elaboración de los resultados al momento de la redacción del informe.

Cuadro 8. Indicadores de suelos y métodos de determinación.

Indicadores	Metodología de determinación
Textura	Método del hidrómetro de bouyoucos
M.O	Método de Walkley y Black
pH	Método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
Nitrógeno	% M.O. x 0.045
Fósforo	Método de Olsen modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5M, pH 8.5
Potasio	Método del ácido sulfúrico 6N
Ca	Absorción atómica

Fuente: VÁZQUEZ (1999).

3.4.4. Interpretación de los análisis de suelos

Para la interpretación de los resultados analíticos respecto a los parámetros físicos y químicos (Cuadro 8), se tomó en consideraciones la metodología propuesta por Fassbender (1975), citado por SÁNCHEZ y CAMACHO (1981).

Cuadro 9. Normas para la interpretación de los análisis químicos.

Tipo de análisis	Muy baja	Baja	Moderada	Adecuada	Alta	Muy alta
N (%)	<0.05	0.05-0.1	0.1-0.15		0.15-0.25	>0.25
P (ppm)	<3	3-7		7-15	15-25	>25
Ca (Cmol/kg)	<2	2-5	5-10		10-20	>20
K (Cmol/kg)	<0.10	0.1-0.2	0.2-0.4	0.4-0.7	0.7-1.2	>1.20

Fuente: Fassbender (1975), citado por SÁNCHEZ y CAMACHO (1981).

3.4.5. Datos climáticos

Con la finalidad de contrastar el comportamiento climático con los resultados de los parámetros del suelo, se adquirió los valores climáticos de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, las cuales estuvo comprendido entre abril a agosto del año 2017.

3.4.6. Análisis e interpretación de los datos

El análisis de los datos y su respectiva interpretación estuvo enmarcado en la estadística descriptiva, donde los estadísticos obtenidos fueron la media muestras, la desviación estándar y el coeficiente de variación respectiva, posterior a ello se realizó la redacción del informe final.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de los indicadores climáticos (temperatura, humedad, precipitación, intensidad lumínica, viento)

La temperatura bajo condiciones de Tingo María durante el periodo de ejecución del estudio (cinco meses) registró valores promedios que fluctuaron desde 24.9 °C para el mes de julio hasta los 26.1 °C en el mes de mayo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comportamiento de la temperatura durante la evaluación.

Meses 2017	T. máxima (°C)	T. mínima (°C)	Temperatura media (°C)
Abril	30.9	21.2	26.0
Mayo	31.0	21.2	26.1
Junio	30.6	20.8	25.7
Julio	30.3	19.6	24.9
Agosto	31.5	19.8	25.6

En La Figura 3 se aprecia que la temperatura máxima se dio en el mes de agosto con 31.5 °C, la mínima se reportó para el mes julio con 19.6 °C siendo la media más alta en mayo con 26.1 °C; además es notorio que se incrementó la temperatura entre el mes de julio a agosto.

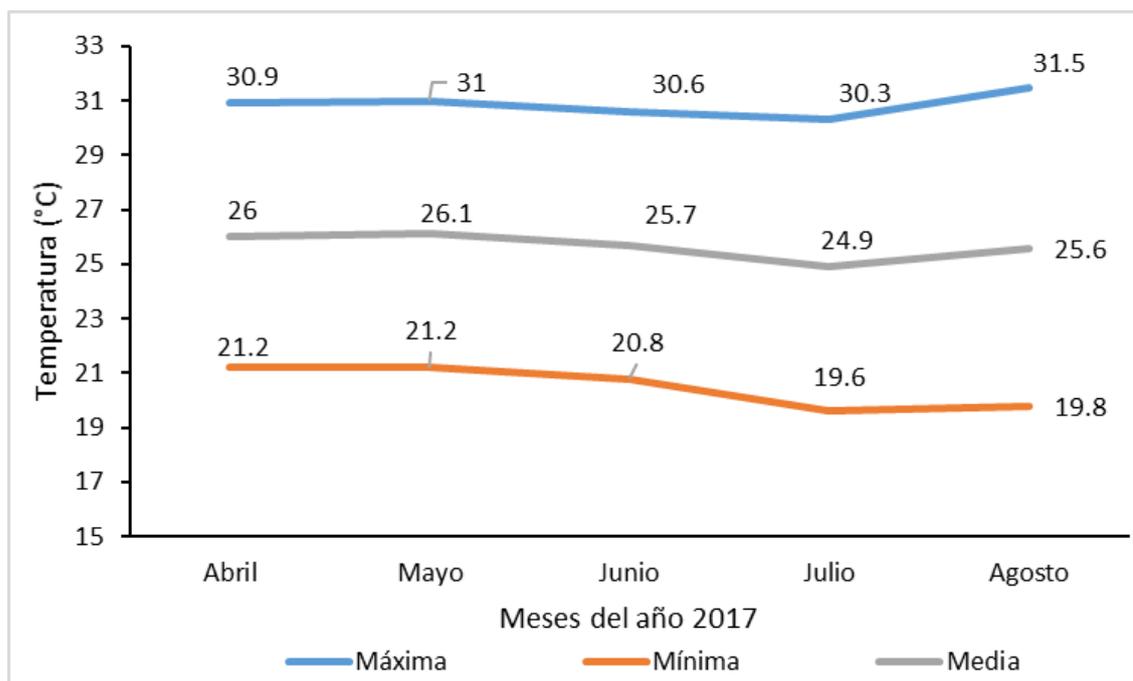


Figura 3. Tendencia de la temperatura durante la evaluación.

La humedad relativa fueron superiores en los meses de abril y julio, con un valor del 85%, mientras que para el mes de junio se observó un ligero descenso donde reportó una media de 82% (Cuadro 11 y Figura 4).

Cuadro 11. Determinación de la humedad relativa durante la evaluación.

Meses del año 2017	Humedad relativa (%)
Abril	85
Mayo	84
Junio	82
Julio	85
Agosto	83

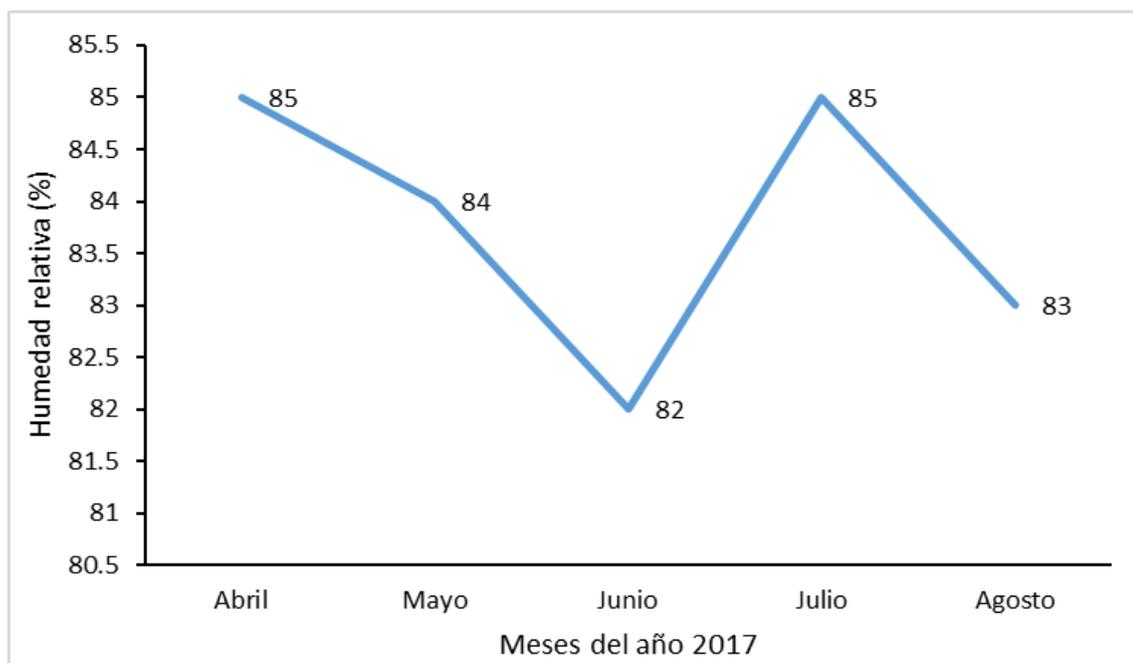


Figura 4. Tendencia de la Humedad relativa durante la evaluación.

En caso de los valores acumulados para la precipitación por meses, se reportó mayor cantidad de lluvias que acumuló 326.1 mm de agua, mientras que el mes de menor precipitación fue en julio donde hubo escasez de lluvia y que solo acumuló 26.9 mm de agua (Cuadro 12 y Figura 5).

Cuadro 12. Determinación de la precipitación durante la evaluación.

Meses del año 2017	Precipitación (mm)
Abril	204.2
Mayo	326.1
Junio	158.6
Julio	26.9
Agosto	142.4

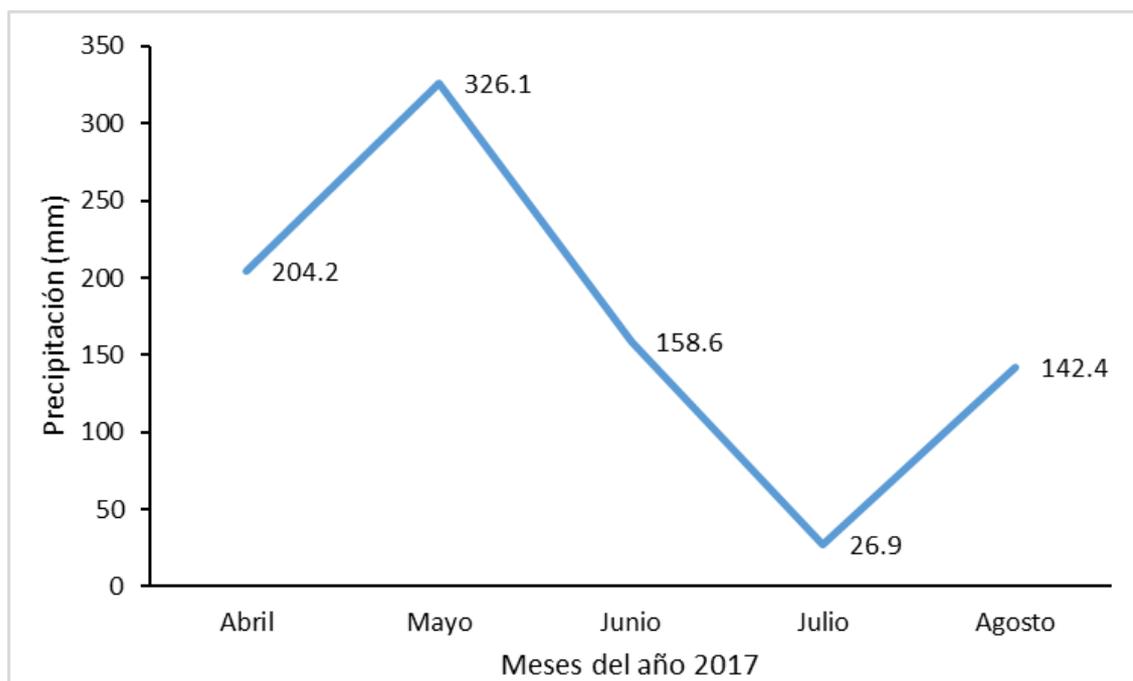


Figura 5. Tendencia de la precipitación en el área de estudio.

La mayor cantidad de viento acumulado por mes correspondió a agosto con un valor de 727.8 km, mientras que la menor cantidad de viento se observó en el mes de abril con un valor de 421.2 km (Cuadro 13).

Cuadro 13. Determinación del viento durante la evaluación.

Meses del año 2017	Viento/velocidad (km/h)
Abril	421.2
Mayo	427.6
Junio	488.9
Julio	667.5
Agosto	727.8

4.2. Determinar los indicadores edáficos (propiedades físicas, químicas, altitud, en suelos del predio Carlos Maby en Supte San Jorge

Con el muestreo de suelos realizado en una profundidad desde la superficie hasta los 30 cm sobre el suelo, se registró que los suelos donde se encuentran establecidas la palma de coco son de textura Franco Arcillo limoso, siendo mayor porcentaje la arcilla con 53% seguidos de limo 27% y la arena con solo el 20% (Cuadro 14 y Figura 6).

Cuadro 14. Propiedades físicas con cultivo de coco en el predio Carlos Maby.

Muestra	Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
1	Franco Arcillo limoso	19	29	52
2	Franco Arcillo limoso	20	27	53

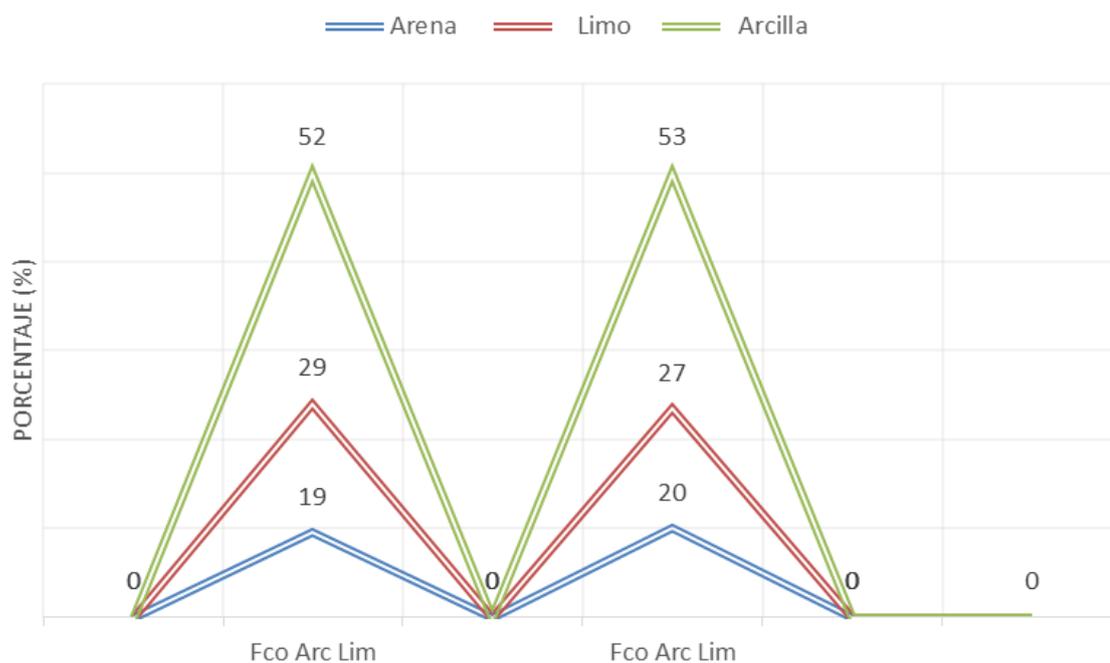


Figura 6. Comportamiento de la textura de suelo de coco.

Los valores del pH entre las dos muestras de suelos que se obtuvieron registraron una media de 5.91 con la cual se cataloga como un suelo moderadamente ácido, el nitrógeno se expresó como bajo, el contenido de fósforo fue bajo, el contenido de potasio fue muy bajo y el contenido de calcio representó que existe un nivel medio de dicho elemento (Cuadro 15).

Cuadro 15. Propiedades químicas del predio Carlos Maby.

Muestra	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (Cmol+/kg)
1	4.93	1.56	0.07	3.69	43.48	3.89
2	6.88	2.19	0.10	7.78	66.72	9.59
Promedio	5.905	1.875	0.085	5.735	55.1	6.74

V. DISCUSIÓN

5.1. De los indicadores climáticos (temperatura, humedad, precipitación, intensidad lumínica, viento)

La temperatura máxima se dio en el mes de agosto con 31.5 °C la mínima en el mes julio con 19.6 °C siendo la media más alta en mayo con 26.1 °C respectivamente, estos valores son concordantes con la producción de las palmas de coco, debido a que para el IIFT (2011) y DEL CAÑIZO (1991), las temperaturas menores de 20 °C y mayores de 35 °C, son perjudiciales para el cultivo, mientras que LIZANO (2002) otorgan valores un poco más elevados ya que mencionan que, el cocotero requiere clima cálido, sin grandes variaciones de temperatura, una temperatura media diaria en torno a los 27 °C con variaciones de 5 a 7 °C.

En caso de autores como GRANADOS y LÓPEZ (2002), recalcan variaciones un poco más reducidas, debido a que el coco es un cultivo de trópico húmedo que prospera mejor en un rango de temperatura media de 25 a 30 °C, y en caso de BALDERAS (2010) señala que la media anual debe ser alrededor de 26.8 °C, con máximas de 30.1 °C, y mínimas que de 23.5 °C.

La humedad relativa se encontró entre 82% y 85%, la cual garantiza la producción de las mismas, ya que ALCARAZ (2012), IIFT (2011) y

OCHS (1977) recalcan que, una humedad relativa menor del 60% provoca la caída de frutos y muerte de las flores, a esto BALDERAS (2010) añade que el cocotero requiere una humedad entre 80 a 90%, el cual es acorde con los resultados obtenidos en la zona de estudio.

A pesar que la precipitación en el mes de mayo fue mayor la (326.1 mm), se tiene entendido que bajo condiciones de Tingo María llueve en promedio un valor superior a los 3000 mm anuales, con estos resultados, se concuerda que la zona es favorable para el cultivo de cocotero debido a que para CORTÁZAR (2011b) la precipitación no debe ser menor de 1,600 mm, con un período seco no mayor de tres meses, mientras que LIZANO (2002) señala menores valores donde señala que el régimen de precipitación pluvial ideal se caracteriza por una lluvia anual promedio de 1500 mm, con precipitación mensual mayor a 130 mm. En caso del autor DEL CAÑIZO (1991), el coco se cultiva con precipitación media anual de 1,000 a 1,800 mm, pudiendo soportar mayores precipitaciones en suelos con buen drenaje.

En caso de la distribución para la precipitación, se encontró que en el mes de julio solo había llovido 26.9 mm y esto es desfavorable para el cultivo de coco ya que para LIZANO (2002), reportes sobre el déficit hídrico, señalan que períodos de tres meses con menos de 50 mm son perjudiciales al cultivo.

Durante el año, la precipitación debe ser lo más homogénea posible y no ser menor de 1,600 mm, con un período seco no mayor de tres meses (BALDERAS, 2010).

En el mes de agosto se registró mayor la velocidad del viento con un valor acumulado de 727.8 km este dato está acorde con lo que LIZANO, (2002) reporta sobre los vientos deben ser suaves o moderados que favorecerán el cultivo, sin embargo, los vientos fuertes en períodos de sequía aumentan las condiciones de sequedad del suelo y la transpiración de la planta, generando un déficit hídrico perjudicial para la planta. Las condiciones de vientos huracanados son limitantes, principalmente para los cocoteros del tipo enano, pues poseen menor resistencia en su tronco y raíces.

5.2. De los indicadores edáficos (propiedades físicas, químicas, altitud), en suelos del predio Carlos Maby en Supte San Jorge

Hasta los 30 cm de profundidad el suelo presentó una textura franco arcillo limoso, siendo mayor porcentaje la arcilla con 53% seguidos de limo 27% y arena 20%. Al respecto, ALEXANDER (1994) señala que los suelos aptos para el cultivo del cocotero son aquellos con texturas livianas (de francos a arenosos), aluviales, profundos (más de 1 metro), con una capa freática superficial de 1 a 2 metros de profundidad, y para LIZANO (2002), las raíces activas se localizan en un radio de 2 metros del tronco, a una profundidad entre los 0.2 a 0.8 metros, dependiendo de la profundidad efectiva del suelo y de la profundidad del nivel freático.

El cocotero puede vivir en cualquier clase de suelo con buen drenaje; comúnmente se ubica en las costas arenosas con condiciones de alta humedad distribuida equitativamente a través del año, requiriendo para una

óptima producción de 1,800 mm o más. También es viable su cultivo en áreas con baja precipitación si el agua del manto freático está disponible (SENTO, 1975). Tiene un buen desarrollo en suelos de aluvión tipo migajón arenoso, con presencia de materia orgánica, aireación, buen drenaje y con un pH entre 5 y 8. La profundidad mínima del suelo para su óptimo desarrollo radicular debe ser de 80 a 100 cm (DEL CAÑIZO, 1991).

El pH osciló entre 4.93 fuertemente ácido a 6.88 neutro, el contenido de materia orgánica oscila los valores de 1.56% nivel bajo a 2.19% nivel medio; dichos resultados están acorde con lo reportado por BALDERAS (2010), donde señala que el coco no deben establecerse cuando la conductividad sea mayor a 6 mil ohm/cm; un pH de 7 ó cercano a éste es el óptimo para el desarrollo de las plantas (pH entre 5.5 a 7.5).

Los valores del nitrógeno oscilaron entre 0.07% y 0.10% siendo considerados como calificación de nivel bajo, y teniendo en consideración a NAVARRO (1974) quién indica que los niveles críticos para el coco en materia seca del nitrógeno es 1.8%, la cual difiere a lo reportado en el estudio, debido a ello se debe apoyar con la aplicación de fertilizantes. El Nitrógeno se encuentra en distintas formas en el suelo, aunque es absorbido por las plantas y microorganismos como nitrato (NH_3^-) o amonio (NH_4^+). Debido a que la solubilidad de los compuestos nitrogenados es alta, su disponibilidad para las plantas y microorganismos normalmente también es alta bajo determinadas condiciones, por ejemplo, si el estado de oxidación es el adecuado. La estrategia central para la nutrición nitrogenada se basa en "optimizar el balance

de nitrógeno en el suelo", maximizando las entradas y minimizar las salidas, las que varían según cultivo, suelo, fertilización, nivel de materia orgánica, prácticas agronómicas (CROSARA, 2007).

En cuanto al fósforo se obtuvo valores de 3.69 ppm nivel muy bajo a 7.78 ppm nivel bajo. Si el pH es ácido, la solubilidad del aluminio y del hierro es alta. Estos compuestos precipitan con el fósforo como compuestos insolubles. En pH alcalino, es decir, superior a 7.5 el calcio aumenta su solubilidad y reacciona con los fosfatos precipitándolos y formando compuestos Insolubles como la apatita; por lo tanto, el fósforo presenta su mayor disponibilidad con pH entre 6.5 y 7.5, siendo en ese rango donde se presenta la mayor mineralización de compuestos de fósforo orgánico y mineral (RAMÍREZ, 1997).

El potasio registró valores de 43.48 a 66.72 ppm ambos valores son niveles muy bajos respectivamente. La mayoría de las palmas que se plantan pueden ser afectadas, pero la deficiencia de K es más severa en la palma real (*Roystonea elata* & *R. regia*), la palma reina (*Syagrus romanzoffiana*), el coco (*Cocos nucifera*), la areca (*Chrysalidocarpus lutescens*) y la palma 'spindle' (*Hyophorbe verschafeltii*).

La deficiencia de K es relativamente poco común en palmas que crecen en suelos arcillosos. En estos suelos y otros que también poseen buena capacidad de intercambio de cationes el K es retenido; en suelos con poca capacidad de intercambio de cationes, como los arenosos, el lavado arrastra el

K disuelto y disminuye su disponibilidad para las plantas. La deficiencia de K puede ser inducida si la proporción del nitrógeno con respecto al K (N/K) es alta (GARÓFALO y FEHRMAN, 2016).

El calcio se tiene valores de 3.89 Cmol+/kg nivel bajo a 9.59 Cmol+/kg nivel alto. Los suelos seniles de los trópicos tienen bajo nivel de Ca, suelos arcillosos contienen más Ca que los suelos arenosos, debido a que el Ca existe como un catión, este nutriente está gobernado por los fenómenos del intercambio catiónico al igual que los otros cationes, y se mantiene adherido como Ca^{++} intercambiable en la superficie de los coloides, cargados negativamente. Generalmente es el catión dominante en el suelo, aun a valores de pH bajos (BERNIER y BORTOLAMEOLLI, 2000); en la investigación el pH registro variación de fuertemente ácido a neutro.

La variabilidad de las propiedades del suelo es una condición inherente al mismo debido a que en su formación intervienen varios procesos diferentes, controlados a su vez por los factores de formación; estas interacciones pueden ser muy variadas dando como consecuencia una buena cantidad de suelos posibles.

La variabilidad depende de la propiedad que se analice, siendo más variables las químicas que las físicas. Hay menor variabilidad en las propiedades del suelo en su condición natural, que cuando es sometido a uso y aquellas propiedades que más se afectan por el manejo serán las que presenten mayor variabilidad (OVALLES, 1992).

La variabilidad en el campo se debe a varios factores naturales y antropogénicos. El factor natural más importante es el tipo de suelo cuyas características están definidas por el material parental y la topografía. (BROUDER, 1999).

VI. CONCLUSIONES

1. Entre los indicadores climáticos se obtuvo que la temperatura bajo condiciones de Tingo María durante el periodo de ejecución del estudio registró valores que fluctuaron desde 24.9 °C (julio) hasta los 26.1 °C (mayo), la humedad relativa fluctuaron entre 82% y 85%, la precipitación tuvo variaciones desde 26.9 mm (julio) hasta 326.1 mm (mayo) y el viento registró variaciones desde 421.2 a 727.8 km.
2. Dentro de los indicadores edáficos se consideró que hasta los 30 cm de profundidad, presenta textura Franco Arcillo limoso, moderadamente ácido (5.91), bajo contenido de nitrógeno (0.085%), bajo contenido de fósforo (5.735 ppm), muy bajo contenido de potasio (55.1 ppm) y un nivel medio de calcio (6.74 Cmol+/kg).

VII. RECOMENDACIONES

1. Incluir el mapeo mediante técnicas de geoestadística que permita expresar la varianza debida a la dependencia espacial de las muestras para obtener mapas de la distribución de cada variable en el área de estudio.
2. Medir otras variables que permitan un alcance mayor de información y por lo tanto la dependencia espacial para las propiedades se manifiesta a lo largo y ancho del área en estudio.
3. Tener en cuenta en futura investigación a realizar la implementación de la tecnología de manejo de suelo específico, que asegure una mayor precisión y confiabilidad de los resultados y además un manejo racional de los recursos.

VARIABILITY OF THE EDAPHOCLIMATIC REQUIREMENTS FOR COCONUT CROPS (*Cocos nucifera* L.) IN TINGO MARIA

VIII. ABSTRACT

Due to the fact that the cultivation of diverse food producing palms is increasing in different places, it is necessary to know the climate and soil requirements to guarantee the production, the motive for which this study was done, with the objective of evaluating the edaphoclimatic requirements for coconut crops (*Cocos nucifera* L.) in the Vista Alegre sector of the town of Supte San Jorge, Tingo María, Peru. It was carried out on the Carlos Maby farm, ten kilometers from the city of Tingo María, Rupa Rupa district, Huánuco region, Peru, with evaluations from April to August and two soils samples, at a depth of thirty centimeters, for the physical and chemical analysis. Among the climatic indicators, the temperature was recorded with average values from 24.9 °C to 26.1 °C, the relative humidity fluctuated from 82% to 85%, the precipitation varied from 26.9 to 326.1 mm and the wind was recorded with variations from 421.2 to 727.8 km; among the edaphic indicators, a frank clay loam was presented, moderately acidic pH, low level of nitrogen, low level of phosphorous, very low level of potassium and an average level of calcium. It is concluded that the climatic conditions of the place in study are adequate for the production of coconut, meanwhile, the chemical properties of the soil can be corrected by applying fertilizer and soil correctors.

Keywords: Requirements, edaphic, climatic, coconut crop, indicators.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEBEDO, E., XARRASCO, A., LEON, O., SILVA, P., CASTILLO, G., BORIE, G., MARTINEZ, E., GONZALES, S., AHUMADA, I. 2005. Criterios de calidad del suelo agrícola. Santiago, Chile. 205 p.
- ALCARAZ, F.J. 2012. Geobotánica; Temperatura, luz, atmósfera, viento. Murcia, España, Universidad de Murcia. 13 p.
- ALEXANDER, M. 1994. Introducción a la microbiología del suelo. México, DF., México, AGT. 491 p.
- AREVALO, L., SANCO, M. 2002. Manual de laboratorio para análisis físico químico del suelo. S.I. ICRF – CHEMONICS. 48 p.
- BALDERAS, F.G. 2010. Paquete tecnológico para el cultivo de cocotero (*Cocos nucifera* L.) en el estado de Nayarit. Jalisco, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 35 p.
- BAUTISTA, A., J. ETCHEVERS, J., DEL CASTILLO, R.F., GUTIÉRREZ, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas. 13(2): 90-97.
- BERNIER, R., BORTOLAMEOLLI, G. 2000. Seminario taller para productores; técnicas de diagnóstico de fertilidad del suelo, fertilización de pradera, cultivos. Seminario Taller para Productores: Técnicas de Diagnóstico de

Fertilidad del Suelo, Fertilización de Praderas, Cultivos y Mejoramiento de Praderas, Osorno, Abr 2000. 73 p.

CEPEDA, D. 1991. Química de suelos. 2 ed. México, Trillas S.A. 167 p.

CORTÁZAR, M. 2011a. Paquete tecnológico palma de coco Malayo Enano Amarillo; Establecimiento y mantenimiento. Quintana Roo, México, SAGARPA, INIFAP. 13 p.

CORTÁZAR, R. 2011b. Paquete tecnológico palma de coco Alto Pacífico; Establecimiento y mantenimiento. Quintana Roo, México, SAGARPA, INIFAP. 12 p.

CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. Conabio. 53 p.

CROSARA, A. 2007. Nutrientes del suelo. Diapositivas. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 102 p. [En línea]: Universidad de la República, (<http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>, documentos. 12 Abr. 2018).

DEL CAÑIZO, J.A. 1991. Palmeras; Todos los géneros y 565 especies. 3 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa S.A. 1150 p.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. 2017. Análisis de suelos. Tingo María, Perú. 1 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y

conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO n° 8. Roma, Italia, FAO. 220 p.

FASSBENDER, H.W. BORNEMISZA, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. IICA, San José, Costa Rica. 420 p.

FERNANDEZ, R. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos. Instituto Mexicano del petróleo, México D.F. s.p.

GARCÍA, Y., RAMÍREZ, W., SÁNCHEZ, S. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Pastos y Forrajes. 35(2):125-138.

GARÓFALO, J., FEHRMAN, A. 2016. La deficiencia de potasio en las palmas. Hoja Informativa N° 92. Miami-Dade, Estados Unidos de América, Universidad de Florida. 6 p.

GIL, H. 1995. Elementos de la fisiología vegetal. Relaciones hídricas, nutrición mineral, transporte, metabolismo. Madrid, España, Mundi Prensa S.A. 315 p.

GONZÁLES, C. 1993. Evaluación de un ensayo de fertilización en *Eucalyptus globulus* Labill. En las dunas de Chanca, séptima región. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 45 p.

GRANADOS, D., LÓPEZ, G.F. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 8(1):39-48.

- GROS, A. 1986. Abonos. Guía de práctica de la fertilización. 7 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 560 p.
- GUTIERREZ, F. 2007. Plan de ordenación de BRUNAS Tingo María. Tesis Magister Scientiae en Manejo Forestal. Escuela de postgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. s.p.
- IIFT (Instituto de Investigación en Fruticultura Tropical). 2011. Instructivo técnico para el cultivo de coco. Cuba, IIFT. 15 p.
- LIZANO, M. 2002. Guía técnica del cultivo de coco. El Salvador, Programa Nacional de Frutas de El Salvador, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 53 p.
- MIGUEL NETO, F. 2005. Doses de N e K aplicadas via fertirrigação na cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) año. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, Piracicaba. 119 p.
- NAVARRO, G. 1974. Niveles de fertilización y control fitosanitario en coco enano (*Cocos nucifera*, L) proyecto para su establecimiento en la región de Chontalpa, estado de Tabasco. Tesis Ing. Agrónomo. Guadalajara, México. Universidad de Guadalajara. 39 p.
- NAVARRO, G., NAVARRO, S. 2003. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2 ed. Madrid, España, Mundi Prensa. 508 p.
- ORTEGA, R., FLORES, L. 1999. Introducción al manejo sitio - específico. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (ed.) En Agricultura de precisión. CRI Quilamapu, Chile. p. 13-46.

- OVALLES, F. 1992. Metodología para determinar la superficie representada por muestras tomadas con fines de fertilidad. FONAIAP-CENIAP-IIAG. Maracay, Venezuela. Serie B. 44 p.
- PORTA, J., LOPEZ-ACEVEDO, M., ROQUERO, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2 ed. Bilbao, España, Mundi Prensa. 918 p.
- RAMÍREZ, R. 1997. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Santafé de Bogotá, DC., Colombia, Calos Naranjo O. 23 p.
- SÁNCHEZ, P., CAMACHO, E. 1981. Suelos del trópico: características y manejo. Traducido por Edilberto Camacho. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 634 p.
- SENTO, T. 1975. Studies on the seed nut germination of palms of *Cocos nucifera*, Phoenix and P.J. Jap. Soc. Hort. Sci. (Hort. Abstr.). 45:393.
- SERRADA, R. 2008. Apuntes de selvicultura; Influencia de los factores ecológicos en la vegetación. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid, España. p. 94-96.
- SOIL SURVEY STAFF. 1993. Soil survey manual. United States Department of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC. 315 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (UNALM). 2012. Guía de fertilización. ¿Cuál de los tres suelos está más próximo a la saturación?. Departamento de suelos. Lima, Perú. 104 p.

VASQUEZ, R.J. 2009. Caracterización de la variabilidad espacial de las propiedades físicas y químicas en los suelos de la granja experimental de la universidad de Magdalena. s.d.t. [En línea]: Unal, (<http://www.bdigital.unal.edu.co/698/1/JoseRafaelVasquezPolo.2009.pdf>, documentos, 16 Abr. 2018).

VÁZQUEZ, A. 1999. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Universidad Autónoma Chapingo. 2 ed. Departamento de Suelos. Chapingo, México. 31 p.

ZAVALETA, G. 1992. Edafología. El suelo con relación con la producción. Consejo de Ciencia y Tecnología. Lima, Perú. 223 p.

ANEXO

ANEXO A. Trabajos de campo y de laboratorio.



Figura 7. Recolección de datos respecto a la producción y distanciamiento de las plantas de coco.



Figura 8. Muestreo de suelo en campo.



Figura 9. Georreferenciación de las plantas de coco.



Figura 10. Trituración de la muestra de suelo seco.



Figura 11. Tamizaje de la muestra de suelo según la granulometría.



Figura 12. Agitamiento de partículas suspendidas para análisis del suelo.

Anexo B. Características de las palmas de coco

Cuadro 16. Características de las palmas de cocos consideradas en el estudio.

Palma	Edad	altura (m)	Hoja seca	Hoja sana	Racimos	Frutos
1	18	15	4	14	5	19
2	18	17	4	16	12	51
3	18	16	6	14	10	33
4	18	15	6	12	7	25
5	16	13	7	8	2	3
6	14	6	3	13	5	12
7	14	8	0	14	10	30
8	14	10	1	14	9	54
9	18	15	1	13	10	28
Promedio	16.4	12.8	3.6	13.1	7.8	28.3



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
analisisdesuelosunas@hotmail.com



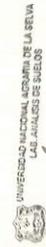
ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		LOPEZ COMETIVOS CHRISTIAN F.										SUPTTE - RUPA RUPA									
N°	COD. LIS.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmo(+)/kg					CICe	%	%	%
		Cultivo	Referencia	Arena %	Arcilla %	Limo %							Ca	Mg	K	Na	Al				
1	S0787	coco	M1	19	29	52	4.93	1.56	0.07	3.69	43.48	---	3.89	0.53	--	0.39	0.09	4.89	90.28	9.72	7.98
2	S0788	coco	M2	20	27	53	6.88	2.19	0.10	7.78	66.72	10.86	9.59	0.19	0.12	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 506933

FECHA: 18 DE JULIO DEL 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS
 Ing. Gladis C. Muzilla Mabaya
 JEFE

Figura 13. Análisis de suelos.



Figura 14. Datos meteorológicos en el periodo de ejecución del trabajo