

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS

NATURALES RENOVABLES



RESPUESTA DEL COCO AMARILLO (*Cocos nucifera* L.) A DIFERENTES

DOSIS DE NPK EN SISTEMAS AGROFORESTALES, AUCAYACU

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

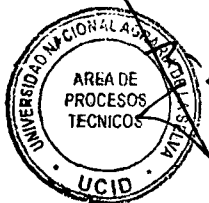
MENCIÓN FORESTALES

ARRIBASPLATA VASQUEZ, OSCAR FRANCOIS

PROMOCIÓN 2010 – I

Tingo María – Perú

2012



**T
FOR**

Arribasplata Vásquez, Oscar Francois

Respuesta del coco amarillo (*Cocos nucifera* L.) a diferentes dosis de NPK en sistemas agroforestales, Aucayacu - Tingo Maria 2012

67 páginas; 10 cuadros; 14 figuras; 49 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria (Perú), Facultad de Recursos Naturales Renovables

- | | | |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1. COCOS NUCIFERA L | 2. ÚREA | 3. MOLIMAX |
| 4. FERTILIZACIÓN | 5. SUPERFOSFATO TRIPLE | 6. NPK |



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 noviembre del 2012, a horas 7:30 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“RESPUESTA DEL COCO AMARILLO (*cocos nucifera*) A DIFERENTES DOSIS DE NPK EN SISTEMAS AGROFORESTALES, AUCAYACU ”

Presentado por el Bachiller: **OSCAR FRANCOIS ARRIBASPLATA VÁSQUEZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 14 de diciembre del 2012.

Ing. JAIME TORRES GARCÍA
PRESIDENTE



Ing. RAUL ARAUJO TORRES
VOCAL

Ing. NELINO FLORIDA ROFNER
VOCAL

Ing. M.Sc. LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA
ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS, por ser siempre mi guía y haberme dado una linda familia.

A Guety Arribasplata Vásquez, mi querida hermana, quien desde el cielo me llena de bendiciones y guía mis pasos.

A mis padres Oscar D. Arribasplata Padilla y Gilda N. Vásquez Reátegui; quienes depositaron toda su confianza en mí y me apoyaron en todo para poder cumplir mis sueños,

A mis hermanos Pilar, Marleny y André; quienes son un gran motivo para mí y por haberme incentivado a seguir adelante y a tener presente que podemos lograr todos nuestros objetivos poniendo nuestro esfuerzo y sacrificio.

A Mayra Olinda Barrios Santos, por ser un ejemplo y darme siempre motivación, optimismo de poder cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables, que ha contribuido en mi formación como profesional.
- A mi asesor Ing. Mg. Sc. VALDIVIA ESPINOZA Luis Alberto, por sus acertadas orientaciones durante la ejecución y redacción de la investigación.
- A mis grandes amigas y amigos, quienes compartieron conmigo invaluables momentos durante mi etapa universitaria.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fertilización.....	3
2.2. Evaluación de la fertilidad del suelo.....	7
2.2.1. Análisis de suelo	8
2.2.2. Síntomas de deficiencia	9
2.3. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.....	10
2.4. Absorción de nutrientes y pH.....	10
2.5. Características generales del coco amarillo	11
2.5.1. Taxonomía de la especie	11
2.5.2. Origen	12
2.5.3. Descripción de la especie	14
2.5.4. Condiciones ecológicas para su desarrollo.....	17
2.5.5. Fertilización del coco.....	19

2.6.	Función y síntomas de deficiencia de nutrientes	23
2.6.1.	Nitrógeno.....	23
2.6.2.	Potasio	25
2.6.3.	Fósforo	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.	Lugar de ejecución	27
3.1.1.	Ubicación política	27
3.1.2.	ubicación geográfica	27
3.1.3.	Ecología	27
3.1.4.	Condiciones climáticas.....	28
3.1.5.	Fisiografía	28
3.2.	Materiales y equipos.....	28
3.2.1.	Unidad experimental	28
3.2.2.	Fertilizantes.....	29
3.2.3.	Herramientas.....	29
3.2.4.	Equipos	29
3.3.	Tratamientos utilizados	29
3.4.	Metodología	32
3.4.1.	Fase de campo	32

3.4.2. Fase de gabinete	39
IV. RESULTADOS.....	40
4.1. Altura total de plantas	40
4.2. Diámetro de copa	41
4.3. Número de hojas	43
4.4. Efecto del fertilizante sobre el pH del suelo.....	44
4.5. Efecto del fertilizante sobre el nitrógeno del suelo.....	45
4.6. Efecto del fertilizante sobre el fósforo en el suelo.....	45
4.7. Efecto del fertilizante sobre el potasio del suelo	46
V. DISCUSIÓN	47
5.1. Altura total de plantas	47
5.2. Diámetro de copa	49
5.3. Número de hojas	51
5.4. Efecto del fertilizante sobre el pH del suelo.....	52
5.5. Efecto del fertilizante sobre el nitrógeno del suelo.....	53
5.6. Efecto del fertilizante sobre el fósforo en el suelo.....	54
5.7. Efecto del fertilizante sobre el potasio del suelo	55
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES	58

VIII. ABSTRACT.....	59
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXO.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.....	10
2. Tipos de acidez del suelo en función al pH.....	11
3. Coordenadas UTM del área experimental.	27
4. Fórmula de abonamiento utilizado en la investigación.....	30
5. Esquema del análisis de varianza.....	31
6. Características de la plantación agroforestal (parcela experimental).	33
7. Características de la plantación agroforestal (parcela total).	34
8. Análisis de varianza respecto a la altura total de plantas de coco bajo fertilización inorgánica.....	40
9. Análisis de varianza respecto al diámetro de copa en plantas de coco bajo fertilización inorgánica.	42
10. Análisis de varianza respecto a la altura total de plantas de coco bajo fertilización inorgánica.....	43
11. Análisis de varianza en la primera evaluación de altura total para la parcela de coco.....	68
12. Prueba Duncan en la primera evaluación de altura total para las plantas de coco.....	68

13. Análisis de varianza en la segunda evaluación de altura total para la parcela de coco.....	69
14. Prueba Duncan en la segunda evaluación de altura total para las plantas de coco.....	69
15. Análisis de varianza en la tercera evaluación de altura total para la parcela de coco.....	70
16. Prueba Duncan en la tercera evaluación de altura total para las plantas de coco.....	70
17. Análisis de varianza en la cuarta evaluación de altura total para la parcela de coco.....	71
18. Prueba Duncan en la cuarta evaluación de altura total para las plantas de coco.....	71
19. Análisis de varianza en la primera evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.....	72
20. Prueba Duncan en la primera evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.....	72
21. Análisis de varianza en la segunda evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.....	73
22. Prueba Duncan en la segunda evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.....	73
23. Análisis de varianza en la tercera evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.....	74

24. Prueba Duncan en la tercera evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.	74
25. Análisis de varianza en la cuarta evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.	75
26. Prueba Duncan en la cuarta evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.	75
27. Análisis de varianza en la primera evaluación del número de hojas en plantas de coco.	76
28. Prueba Duncan en la primera evaluación del número de hojas para las plantas de coco.	76
29. Análisis de varianza en la segunda evaluación del número de hojas en plantas de coco.	77
30. Prueba Duncan en la segunda evaluación del número de hojas para las plantas de coco.	77
31. Análisis de varianza en la tercera evaluación del número de hojas en plantas de coco.	78
32. Prueba Duncan en la tercera evaluación del número de hojas para las plantas de coco.	78
33. Análisis de varianza en la cuarta evaluación del número de hojas en plantas de coco.	79
34. Prueba Duncan en la cuarta evaluación del número de hojas para las plantas de coco.	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Forma de realizar la fertilización del cocotero adecuadamente.	20
2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.	32
3. Limpieza alrededor en las plantas de coco.	35
4. Aplicación de los tratamientos en las plantas de coco.	36
5. Medición de la altura total en las plantas de coco amarillo.	37
6. Evaluación del diámetro de copa en plantas de coco amarillo.	38
7. Evaluación de número de hojas en plantas de coco amarillo.	38
8. Variación de altura total en plantas de coco bajo efectos de fertilización inorgánica.	41
9. Diámetro de copa en plantas de coco bajo efectos de fertilización.	42
10. Número de hojas en plantas de coco bajo efectos de fertilización.	44
11. pH en suelos con plantación de coco bajo aplicación de fertilizantes.	44
12. Niveles de nitrógeno en el suelo de la plantación de coco a causa de la aplicación de fertilizantes inorgánicos.	45
13. Fósforo en el suelo con plantación de coco bajo fertilización.	46
14. Niveles de potasio en el suelo bajo efectos de fertilización.	46

15.	Limpieza general del área.....	80
16.	Muestreo inicial de suelos.....	80
17.	Plateado de plantas de coco.....	81
18.	Evaluación del diámetro de copa.....	81
19.	Mapa de dispersión de la parcela de investigación.....	82

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el efecto de la fertilización con N, P, K, en el comportamiento silvicultural del coco amarillo (*Cocos nucifera* L.), en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD), ubicado políticamente en el distrito José Crespo y Castillo, región Huánuco en las coordenadas: 385500 m Este y 8991020 m Norte. Los tratamientos consistieron en aplicar 200 g de Molimax + 43.4 g de superfosfato triple (T₁), 300 g de Molimax (T₂), 300 g de Molimax + 43.4 g de urea + 33.3 g de cloruro de potasio (T₃), 300 g de Molimax + 86.9 g de urea + 66.6 g cloruro de potasio (T₄) y el testigo (T₅), todos aplicados bajo un Diseño en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

Los resultados obtenidos indican que la altura total de plantas se vio favorecida por la mayor dosis aplicada (T₄) y sin diferencias estadísticas, el diámetro de copa fue mayor en plantas sin fertilización y no hubo diferencia estadística, las hojas fueron similares en las plantas sin fertilización y el tratamiento con mayor dosis, los niveles de pH en el suelo ha sido superior en las suelos que no se ha aplicó fertilizante, el nitrógeno en los suelos bajo efectos de fertilización fue muy variable, hubo incremento del fósforo en suelos fertilizados y se ha encontrado valores superiores de potasio en los suelos fertilizados al comparar a la muestra de suelo extraído sin fertilización.

I. INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado de los suelos de la región de la selva alta constituye un gran reto para todo profesional cuya formación está orientado a dirigir y desarrollar actividades agrícolas, pecuarias y forestales; la predominancia de zonas de laderas, suelos con baja fertilidad, suelos pesados, suelos muy ácidos y suelos con deficiente drenaje y el uso del suelo con monocultivos hacen que estas actividades sean difíciles para incorporarlas a las actividades económicas de los pobladores de la zona y convertirse en una alternativa que les permita mejorar sus condiciones económicas y calidad de vida.

Frente a esta problemática una alternativa constituye los sistemas agroforestales que es la asociación de los cultivos que permite la conservación del suelo e incrementar la productividad. El coco es una especie que por sus características y sus exigencias se adaptan perfectamente en un sistema agroforestal ya que no afecta negativamente al suelo ni a las plantas asociadas, más bien proporciona una serie de beneficios como la producción de aceites, grasas y otros compuestos de gran valor alimenticio y económico.

El trabajo se justifica en que existe limitados reportes de investigaciones sobre el comportamiento del coco (*Coco nucifera* L.) bajo tratamientos de fertilizantes en condiciones de selva alta y en sistemas

agroforestales. Por lo que el estudio del comportamiento de esta especie en sistemas agroforestales bajo aplicación de fertilizantes va permitir obtener información básica sobre la viabilidad de la especie en sistemas agroforestales, dándole al agricultor una solución sobre la toma de decisiones en la instalación de un sistema agroforestal.

En base a lo mencionado proponemos la hipótesis que la fertilización con N, P, K, tiene efectos positivos en el crecimiento del coco bajo un sistema agroforestal.

1.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de la fertilización con N, P, K, en el comportamiento silvicultural del Coco amarillo (*Cocos nucifera* L.), en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD).

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento silvicultural (incremento de altura, diámetro de copa, número de hojas), de la especie *Cocos nucifera* en campo definitivo.
- Determinar el efecto del abono (N, P, K) en las propiedades físicas y químicas del suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fertilización

Todas las plantas necesitan alimentarse para crecer y desarrollarse, las plantas no sólo se deben abonarse con estiércol, sino también con abonos químicos que no contengan antibióticos, estos resultan muy dañinos para la vida del suelo, puesto que los antibióticos matan gusanos que se encuentran en ella.

Los productos químicos mejoran la formación de la materia orgánica. Se recomienda abonar en la época de otoño, ligeramente enterrado. Para fertilizar árboles y arbustos hacer una zanjilla alrededor del fuste, a una distancia de 30 cm, sea para abonos químicos u orgánicos, posteriormente depositado el abono, se debe llenar con agua para que se diluya, solamente cuando se trata de abonos químicos, evitando así quemar raíces y provocar la muerte de las plantas (FLORES *et al.*, 1996).

Los árboles son poco dependientes de la fertilización, si bien esta puede ser muy útil durante los primeros años por cuanto ayuda a acelerar el crecimiento. Si el suelo tiene profundidad y humedad suficiente con arreglo a las exigencias de cada especie, el crecimiento suele ser satisfactorio sin fertilización, ya que estos están adaptados a vivir en suelos de baja fertilidad.

Los mayores problemas suelen presentarse cuando en el suelo de la plantación existen desequilibrios nutritivos debido a niveles muy bajos de macronutrientes como fósforo, potasio, magnesio, nitrógeno o calcio. Estos desequilibrios dan lugar a carencias nutritivas de las plantas que suelen manifestarse a través de diversas y características coloraciones de las hojas y que, en general, afectan a su crecimiento. Efectos parecidos puede producirse por exceso de un determinado nutriente como suele pasar, a veces, con el calcio. Los micronutrientes como el manganeso, boro, molibdeno, hierro, cobre, cinc entre otros pueden producir efectos similares a los comentados, pero suelen ser menos importantes y frecuentes.

La falta de nutrientes o el desequilibrio nutricional del suelo suele predisponer a la plantación a ataque de hongos e insectos, debido al desequilibrio fisiológico que se crea por la deficiente nutrición del árbol y que hace que la plantación sea más susceptible a ataques de enfermedades y plagas.

De lo anterior se desprende que antes de hacer la plantación es muy aconsejable realizar un análisis de suelo, y comparar los niveles de fertilidad obtenidos en el análisis con las exigencias de la especie que se va implantar en el terreno. Si las deficiencias son muy graves habrá que someter al terreno a un programa de fertilización durante al menos 4 – 5 primeros años, o renunciar a la especie que se deseaba plantar, sustituyéndola por otras más compatibles con las características del suelo. Esto último suele ser lo más aconsejable.

Cuando el suelo tiene una fertilidad media, suficiente para el normal crecimiento de las plantas, pero por algún motivo se desea acelerar más este crecimiento, objetivo habitual en especies de madera muy valiosa y turno relativamente corto, puede ser interesante que se realicen fertilizaciones en la plantación. El tipo de fertilizante empleado dependerá de los efectos que se quiera conseguir, de las exigencias de las especies y de las características del suelo. Del mismo modo el coste de la fertilización depende de las variables anteriores. Debe tenerse en cuenta el escaso margen económico que suele tener la empresa forestal y que el turno de los árboles, aún en los más cortos, suele ser muy superior al de las cosechas agrícolas, por lo cual la filosofía del programa de fertilización que deba aplicarse a lo largo de la vida de la plantación forestal debe ser muy diferente (MONTERO *et al.*, 2003).

Al momento de realizar la plantación, se recomienda aplicar en el hoyo de plantación dosis de fertilizantes ricas en NPK; las concentraciones deben ser definidas para cada sitio, posterior a un análisis de suelo (BENEDETTI y SAAVEDRA, 2005). El uso de fertilizantes al establecimiento de plantaciones manejadas intensivamente, dado un adecuado control de malezas, es una herramienta clave para el aumento de la productividad forestal de especies de rápido crecimiento (RUBILAR *et al.*, 2008).

La aplicación de cualquier tipo de enmienda tiene por objeto la mejora de las condiciones del suelo. No obstante, hay que tener en cuenta que su efecto no es eterno, pero pueden mejorar esas condiciones en los primeros años de la plantación. Con independencia de la corrección de algún factor

desfavorable del suelo, las enmiendas húmicas siempre son de interés antes de la plantación. Las enmiendas, de aplicarse, hay que incorporarlas al suelo mediante una labor de vertedera (FERNANDEZ, 1988).

En arboricultivos forestales a menudo se acostumbra aplicar una fertilización inicial, generalmente de 20 a 50 g de abono completo en cada hoyo. Al fertilizar toda la superficie, el requerimiento es del orden de los 400 a 550 kg/ha. Una fertilización adecuada y con perspectivas de éxito, sólo puede lograrse en caso de que se conozca el contenido de bioelementos edáficos y los requerimientos nutricionales de las especies arbóreas, presuponiendo que otros factores, como la profundidad de los suelos o las condiciones climáticas no son limitantes. En general el suministro de fertilizantes apropiados para los suelos tropicales pobres en nitrógeno tiene efectos positivos (LAMPRECHT, 1990).

En tierras muy empobrecidas los abonados pueden dar menor resultado que en aquellas en que el complejo se encuentra con un número elevado de cationes fijados. De aquí que en estas tierras se aconseje dar, en principio, abonados más fuertes, para que, una vez alcanzado el nivel deseado, se puedan dar otros de mantenimiento menos cuantiosos.

Cuando en el complejo se alcanza un determinado nivel de adsorción de cationes, se establece ya entre él y la solución del suelo, una especie de equilibrio. Así, inmediatamente después de un abonado, el complejo se enriquece en cationes y, cuando la planta absorbe cationes de la solución

del suelo, es el complejo el que los libera, manteniéndose así en la solución un número aproximadamente constante de dichos cationes.

A este mecanismo de cambio de cationes entre el complejo y la solución y el complejo es a lo que se denomina cambio de bases (GUERRERO, 2000).

El uso de fertilizantes en plantaciones forestales ha sido menos generalizado en América que en cualquier otro sitio de los trópicos, aunque los beneficios han sido impresionantes en algunas instancias. Se ha comprobado que los fertilizantes son capaces de aumentar la adaptación de distintas especies, además de mejorar su resistencia contra plagas y enfermedades (Baule, 1979; citado por WADSWORTH, 2000).

Un estudio efectuado por FAO examinó el uso de 13 000 fertilizantes y demostró un aumento en el promedio de crecimiento del 73 % con la aplicación de fertilizantes, además de un aumento en la razón valor/costo (Phillips, 1972; citado por WADSWORTH, 2000). Para la mayoría de los usos finales, la madera de árboles que reciben nutrimentos complementarios es muy poco inferior en calidad en relación con la madera de árboles no fertilizados.

2.2. Evaluación de la fertilidad del suelo

La evaluación de la fertilidad del suelo es el proceso mediante el cual se hace un diagnóstico de los problemas de nutrición y se hacen

recomendaciones de fertilización. Los procedimientos más difundidos se basan en un análisis de suelos, de planta, síntomas de deficiencia, técnica del elemento faltante y ensayos de fertilidad (DONAHUE *et al.*, 1982).

2.2.1. Análisis de suelo

Uno de los aspectos más importantes del análisis de suelos es de obtener una muestra representativa; el error al tomar las muestras en el campo es generalmente mayor que el error en los análisis de laboratorio. A causa de la heterogeneidad del suelo, el contenido de una determinada área puede variar considerablemente, por lo que una muestra representativa de suelos se compone de 10 a 20 sub-muestras de la zona radicular o capa arable de un campo con poca variación de pendiente. Drenaje, color, o historia en cuanto a fertilidad en el pasado. También se necesita información del cultivo anterior y prácticas de fertilidad (DONAHUE *et al.*, 1982).

En caso de cultivos de sistema radicular profundo a menudo se toman muestras a distintas profundidades como: 0 – 30 y 30 – 60 cm. Las muestras deberán tomarse antes de la siembra, para que se conozcan los resultados antes de decidir cuánto fertilizante debe aplicarse.

La frecuencia con que un campo debe de muestrearse depende en primer lugar de la intensidad de la fertilización y el valor económico de la cosecha. En caso de manejo de intensidad promedio se recomienda tomar muestras cada tres años, mientras que en áreas de manejo muy intenso es necesario el muestro anual (DONAHUE *et al.*, 1982).

2.2.2. Síntomas de deficiencia

DEVLIN (1975) indica que los síntomas de deficiencia en los nutrientes se clasifican del siguiente modo:

- primero, como una rigurosa imposibilidad de crecimiento de las plantas y síntomas específicos en las hojas que aparecen en tiempos variables durante la estación.
- Segundo, por la presencia de anomalías internas como obstrucción de los tejidos conductores.

Otras investigaciones han demostrado que la deficiencia de un elemento no produce síntomas directamente, por otro lado, los procesos normales de la planta sufren un desequilibrio. Esto conduce a las condiciones normales consideradas como síntomas y tiene una relación definida con las diferencias de elementos.

Cada síntoma puede estar relacionado a alguna función del elemento que se trate. Sin embargo, un elemento determinado puede desempeñar diversas funciones, y esto dificulta la explicación de la razón fisiológica que determina un síntoma particular de deficiencia. Por ejemplo, cuando falta nitrógeno, la producción de clorofila se reduce, y los pigmentos amarillos, carotenos y xantofila se ponen de manifiesto, adquiriendo las hojas un color verde pálido o amarillo claro; sin embargo, diversas deficiencias de nutrientes pueden dar lugar a hojas verde pálido o amarillo (DEVLIN, 1975).

2.3. Niveles críticos de nutrientes en el suelo

La zona selvática debido a la alta meteorización de sus suelos, generalmente de naturaleza ácida, presentan limitaciones en cuanto a la disponibilidad de nutrientes. En el Cuadro 1 se detalla los niveles críticos de los macro y micronutrientes para la zona antes mencionada (ZAVALA, 2002).

Cuadro 1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.

Nivel critico	Cantidad de nutrientes en el suelo					
	N (%)	P (ppm)	K ₂ O (k/ha)	M.O (%)	CIC (meq/g)	Calcáreo total (%)
Muy bajo					< 5	
Bajo	< 0.1	0 – 6	0 - 300	< 2	5 - 10	< 1
Medio	0.1 – 0.2	7 - 14	300 – 600	2 – 4	10 – 15	1 – 5
Alto	> 0.2	> 14	> 600	> 4	15 – 20	5 - 10
Muy alto					> 20	> 15

Fuente: ZAVALA (2002).

2.4. Absorción de nutrientes y pH

Unas de las propiedades químicas particularmente interesantes en el ámbito de la fertilización es la reacción pH del suelo. Varias investigaciones han demostrado el efecto importante que tiene esta propiedad química del suelo en la movilización de los nutrientes. Así, la mayoría de los nutrientes responden adecuadamente a una reacción cercana al neutro (6.3 – 7.3 de pH).

Uno de los problemas de los suelos tropicales es la acidez, debido principalmente a las condiciones de alta meteorización, con reacciones moderadamente ácido a extremadamente ácido (ZAVALA, 2002).

Cuadro 2. Tipos de acidez del suelo en función al pH.

Término descriptivo	Rango de pH
Extremadamente ácido	< 4.5
Muy fuertemente ácido	4.0 – 5.0
Fuertemente ácido	5.1 – 5.5
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutral	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 – 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0
Muy fuertemente alcalino	> 9.0

Fuente: ZAVALA (2002).

2.5. Características generales del coco amarillo

2.5.1. Taxonomía de la especie

De acuerdo a GRANADOS *et al.* (2002) el coco, pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Arecales
Familia	:	ARECACEAE
Subfamilia	:	Arecideae
Tribu	:	Cocoeae
Subtribu	:	Butiinae
Género	:	Cocos
Especie	:	nucifera
Nombre binomial	:	Coco Amarillo
Nombre científico	:	Cocos nucifera

2.5.2. Origen

La palabra coco proviene del portugués "cocu" con referencia al fruto, que sugiere una cara de mono. *Cocos nucifera* L., se distribuye en regiones tropicales y subtropicales de África, el Caribe y América del Sur.

De esta especie no se conocen individuos silvestres. Su mayor variabilidad se presenta en el sureste asiático y en segundo lugar en el Caribe (Mc-Currach, 1970, citado por GRANADOS *et al.*, 2002).

Se cree que el cocotero original fue de gran talla y con cocos de gruesa corteza: las plantas de este tipo crecen en forma natural en Filipinas y el noreste de Australia. Las variedades más productivas de porte enano, con frutos grandes y jugosos, serían el resultado de la selección humana (GIBBONS, 1996).

Según GRANADOS *et al.* (2002), debido a su presencia y largo historial en las regiones tropicales y subtropicales de todos los continentes, no hay certeza sobre su centro de origen. Se cree que aunque el ancestro silvestre del coco pudo ser del sureste de Asia o de Sudamérica, el cual fue dispersado antes de su domesticación, hace millones de años.

La gran dispersión de esta especie se atribuye a que los cocos flotantes son llevados por corrientes marinas o por acarreo del hombre en barcos como fuente de alimento y bebida, conservando su viabilidad por varias. De esta manera es muy evidente su dispersión en un gran número de costas tropicales del mundo, donde el cocotero ha prosperado a pesar de plagas, la arena, el viento, el agua salobre, etc., desarrollándose también tierra adentro.

Parece que la migración a América ocurrió hace al menos 500 años, por ambas costas desde el sureste de Asia debido a que las palmas de las costas de América Tropical en el Pacífico son distintas a las del Caribe, observándose claramente que las costas del Atlántico, tienen cocoteros semejantes a los "Alto Jamaica", mientras que en las costas del Pacífico está presente el coco "Alto Panamá" (COLLI *et al.*, 1990).

La dispersión a través del Pacífico parece haber ocurrido desde Nueva Guinea a la Polinesia y de aquí a América Tropical, no obstante que la distancia entre ellas es considerable. Específicamente se plantea que, las poblaciones de *Cocos nucifera* L., presentes en las costas del Pacífico llegaron directamente de las Islas Salomón e Islas Filipinas (GRANADOS *et al.*, 2002).

Los cocoteros de las islas caribeñas y de las costas del este de América Tropical, incluyendo los del Golfo de México, se parecen a los del oeste de África, por lo que parece razonable asumir que los progenitores procedían del sureste de Asia, vía África, o que los portugueses los introdujeron a Brasil y los españoles a otros países de América.

Se conoce que los cocoteros presentes en las costas del Atlántico proceden de una introducción indirecta desde Puerto Rico, de una plantación de la región de Mozambique, de donde los portugueses obtuvieron algunas semillas que fueron transportadas y sembradas en Cabo Verde, para posteriormente ser introducidas en América por los españoles hacia 1549 (HARRIES, 1977).

2.5.3. Descripción de la especie

Según CONAFRUT (1997) menciona que el cocotero denominado gigante alcanza de 10 a 15 m de altura, con eje o estípite sin ramificar y entrenudos cortos. El estípite en su ápice forma un penacho de hojas grandes, cada uno con su buena cantidad de foliolos, dando al conjunto una conformación de una palmera típica.

2.5.3.1. Raíz

El sistema radicular del cocotero es fasciculado, las raíces primarias son las encargadas de la fijación de la planta y de la absorción de agua, las terciarias (que se derivan de las secundarias) son las verdaderas extractoras de nutrientes. 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, 2003).

2.5.3.2. Tallo

El tronco del cocotero es un espite no ramificado, en su extremo superior o ápice presenta un grupo de hojas que protegen el único punto de crecimiento o yema terminal que posee la planta. La inflorescencia es la única ramificación del tallo en ocasiones se presentan anomalías como las ramificaciones múltiples. Debido a que el tronco no posee tejido meristemático no engruesa, sin embargo, las variaciones en la disponibilidad de agua inducen cambios en el diámetro del tronco. El crecimiento en altura, depende de las condiciones ecológicas y de la edad de la planta. También varía entre los diferentes tipos de cocoteros.

2.5.3.3. Hojas

La hoja del cocotero es de tipo pinnada y está formada por un pecíolo que casi circunda el tronco, continua un raquis del cual se desprenden

de 200 a 300 folíolos. El largo de la hoja puede alcanzar los 6 metros y es menor al aumentar la edad de la planta.

En condiciones ambientales favorables una planta adulta de cocotero gigante emite de 12 a 14 hojas por año, en cambio el enano puede emitir hasta 18 hojas en el mismo período. La copa presenta de 25 a 30 hojas.

2.5.3.4. Inflorescencia

Posee inflorescencias paniculadas, axilares, protegidas por una bráctea llamada espada. La espada se desarrolla en 3 o 4 meses, después se abre y libera las espigas. Cada espiga posee flores masculinas en los dos tercios terminales y femeninas en el tercio basal.

En los cocoteros gigantes las flores masculinas e abren antes que las femeninas estén receptivas, induciendo así la polinización cruzada, en el caso de los enanos la apertura es simultánea, por tanto hay un porcentaje alto de autofecundación (LIZANO, 2003).

2.5.3.5. Fruto

El fruto es una drupa, formado por una epidermis lisa, un mesocarpo espeso (estopa) del cual se extrae fibra, más al interior se encuentra el endocarpo (hueso o concha) que es una capa fina y dura de color marrón, envuelto por él se encuentra el albumen sólido (copra) que forma una cavidad grande donde se aloja el albumen líquido (agua de coco).

2.5.4. Condiciones ecológicas para su desarrollo

2.5.4.1. 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, 2003).

2.5.4.2. 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; citado por LIZANO (2003) 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.

2.5.4.3. 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.

2.5.4.4. Intensidad lumínica

El cocotero es una planta heliofílica, por tanto no admite sombra, una insolación de 2000 horas anuales con un mínimo de 120 horas mensuales, es considerada ideal para el cultivo (LIZANO, 2003).

2.5.4.5. 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.

2.5.4.6. 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. 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 (LIZANO, 2003).

2.5.4.7. Altitud

El rango óptimo de elevación en que se desarrolla el cocotero está entre los 0 a 400 msnm.

2.5.5. Fertilización del coco

La fertilización del cultivo de cocotero está determinada por el nivel de producción, la edad de la planta, el contenido y disponibilidad de nutrientes del suelo, el tipo de cocotero, la densidad de siembra, el tipo de riego, y la fuente de fertilizante disponible en el mercado. En el caso de plantaciones nuevas, para determinar la cantidad de fertilizante por planta, el primer paso, es el muestreo y análisis de suelo. Cuando el cultivo se encuentra desarrollado, el análisis de suelo se completa con análisis foliares para determinar deficiencia de elementos en especial menores.

LIZANO (2003) menciona que la época de aplicación del fertilizante también es variable. Cuando el cultivo se maneja en condiciones de secano, en los suelos arenosos o de textura gruesa, el nitrógeno debe aplicarse en tres fracciones durante la época lluviosa. En suelos arcillosos y francos que pueden retener más nutrientes se puede generalizar la aplicación dos veces al año, una al inicio y otra a la finalización de la época lluviosa. En el primer año el fertilizante debe incorporarse al suelo en una franja de 15 centímetros a un

metro de ancho y separada a un radio de 50 cm de la planta. En los siguientes años el radio aumenta hasta alcanzar 2 metros (Figura 1).

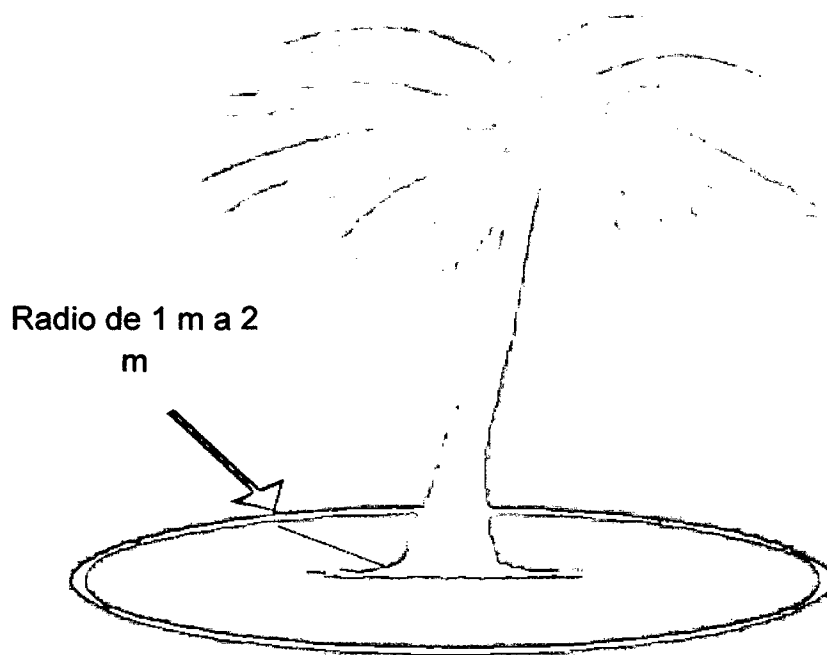


Figura 1. Forma de realizar la fertilización del cocotero adecuadamente.

Taffin (1998), citado por LIZANO (2003) menciona que los niveles críticos de los macro y micronutrientes para el cocotero se han determinado mediante análisis foliar de la 14^a palma. Sin embargo, el Centro Internacional de Investigación del Cocotero (CRI) reporta que la 6^a hoja es la mejor para determinar deficiencias de Magnesio y microelementos. El nivel crítico de un nutriente es el porcentaje de la materia seca por debajo del cual hay buena probabilidad de obtener respuesta positiva a la aplicación de fertilizantes.

En adición, es necesario conocer los requerimientos de nutrientes del cocotero según el nivel de producción. Al unir ambas demandas de nutrientes se puede establecer la cantidad de fertilizantes que requiere el

cultivo en un año determinado. Los requerimientos de macro y microelementos por planta según el nivel de producción.

El cocotero en etapa de producción extrae del suelo principalmente los siguientes nutrientes: potasio, cloro, y nitrógeno. La mejor respuesta a la fertilización se obtiene con la aplicación de potasio. Fertilizaciones nitrogenadas producen efectos más visibles en plantas jóvenes que en adultas. Otros nutrientes como el fósforo, magnesio y azufre, son importantes en situaciones donde el balance de cationes y aniones entran en juego (Taffin, 1998; citado por LIZANO, 2003).

Según MATIAS *et al.* (2006), la aplicación de nitrógeno y potasio vía fertirrigación influyó significativamente el comportamiento vegetativo de la palma de coco. Las dosis de 1.26 kg de N y 1.68 kg de K por planta al año presentaron las mayores medias para altura de planta, mientras que el número de folíolos fue favorecido por dosis ligeramente inferiores de N y superiores de K. El número de hojas no fue afectado por las dosis de K, el perímetro del tronco de la palma de coco fue la única variable analizada que alcanzó mayor media con dosis de 1.01 kg de N y 1.53 kg de K por planta al año.

ARAÚJO (2001) observó que altas dosis de nitrógeno reducen el contenido de sólidos solubles totales en los frutos, mientras que altas dosis de potasio aumentan los sólidos solubles, por lo que se concluye que es importante considerar una adecuada relación de nitrógeno y potasio para la calidad de los frutos.

Por otra parte MALAVOLTA *et al.* (1997), ARAGÃO *et al.* (2002) y FERREIRA NETO (2005) en palmas de coco, quienes comprobaron efectos positivos de dosis adecuadas de N y K, en el volumen de agua del coco, contenido de sólidos solubles totales y aumento de la producción de frutos.

OLLAGNIER y WAHYUNI (1984) reportaron que a pesar de que se ha demostrado la importancia de la fertilización de la palma de coco, así como una mayor rentabilidad para los agricultores sin aumentar el área, apenas 1% de las plantaciones de coco en el mundo se fertiliza correctamente.

SOBRAL (1997) afirma que para realizar un programa de fertilización en coco es necesario tener un estudio de suelos, donde el cultivo será establecido, asociado a otras características edafoclimáticas y de la palma.

PÉREZ (2003) realizó la aplicación de dosis de N y K (0, 0.4, 0.8 y 1.6 kg árbol⁻¹ de N y K, respectivamente) en plantas de coco con 30 años y los resultados mostraron que la aplicación de N y K (0.4 N - 0.4 K, 0.8 N - 0.8 K y 0.4 N - 1.6 K) incrementó el número de cocos por palma y la producción de copra por hectárea por año.

El efecto de los fertilizantes se observó a cuatro, ocho y 12 meses después de su aplicación; a cuatro meses, el K solo (0 N-0.8 K) fue superior en 18.9 % al testigo, en el número de cocos por palma, copra por palma y copra por nuez; mientras que la combinación N x K (0.8 N - 0.8 K y 0.4 N - 1.6 K) aumentó significativamente ($P < 0.001$) en 34 % el número de cocos por palma

y la cantidad de copra por palma con respecto al testigo a ocho y 12 meses después de aplicar los fertilizantes. La época de corte de diciembre (12 meses después de fertilizar el cultivo) produjo 1.55 veces más cocos que el corte efectuado a cuatro y ocho meses.

2.6. Función y síntomas de deficiencia de nutrientes

2.6.1. Nitrógeno

HUERTAS (2005) menciona que es el elemento al que mayor importancia se le da en la agricultura, debido a las grandes cantidades que de él se requieren, a la gran influencia que determina en el desarrollo vegetal, ya que no es un constituyente natural del suelo, sino que le es llegado de la atmósfera. Es el nitrógeno en el suelo un elemento muy movable y transformable, que no suele quedar fijado y cuyo ciclo depende de la acción de los microorganismos que a su vez son dependientes de la materia orgánica.

Concluyó que la existencia y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo es dependiente fundamentalmente de la materia orgánica que haya en él y de la presencia y actuación de los microorganismos. Entre éstos son las bacterias y los hongos de diversas clases, los agentes biológicos de mayor actividad y que tienen influencia decisiva en los procesos de transformación de los estados del nitrógeno, procesos conocidos como nitrificación.

Es utilizado para la síntesis de aminoácidos y es parte de la clorofila, ácidos nucleicos y enzimas. También, influye en la diferenciación y

formación de flores femeninas. Las causas de la deficiencia de nitrógeno son: baja precipitación, condiciones de suelo desfavorables, y mineralización por presencia de malezas (FERREIRA *et al.*, 1998).

Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo, el N puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación solar por el cultivo. Deficiencias severas de N no disminuyeron el número final de hojas por planta y redujeron principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar. Ello disminuyó el índice de área foliar (m^2 de hojas por m^2 de suelo) hasta un 60 %, así como también la duración del área foliar verde (UHART, 1995).

Los síntomas visuales de deficiencias de N no son fácilmente detectables en estadíos tempranos del ciclo del cultivo, pudiendo aparecer síntomas severos a partir de las 6 a 7 hojas desarrolladas. El estrés nitrogenado hace que las hojas tomen una coloración verde claro a amarillenta debido a la merma en el contenido de clorofila.

El amarillamiento y senescencia foliar producido por la escasez de N comienza por las hojas basales avanzando desde la punta hacia la base de las mismas en forma característica de "V" invertida. Es importante señalar que existen diferencias apreciables entre híbridos en la intensidad del color verde de las hojas por lo que la comparación entre genotipos puede conducir a errores en interpretación del estado nutricional del cultivo (UHART *et al.*, 2000).

2.6.2. Potasio

Es un elemento mayor que se encuentra en gran proporción en los tejidos vegetales, la remoción anual de la vegetación formada significa una constante pérdida del potasio existente en el suelo. Parece ser que el potasio tiene una acción bastante marcada en la regulación de las condiciones hídricas del vegetal, tanto a nivel celular como de tejidos, ayudando en la formación de las proteínas y en la transformación de azúcares en almidón (HUERTAS, 2005).

También es propiciador de acciones enzimáticas, determina la formación de semillas de mayor tamaño y tiene decisiva influencia sobre la resistencia que los vegetales presentan frente al ataque de enfermedades.

Es esencial para la translocación de azúcares, influye en la economía hídrica del cocotero, además fomenta la precocidad de producción (DOMINGUEZ *et al.*, 1999). Los síntomas de la deficiencia de potasio se manifiestan inicialmente en las palmas viejas. El síntoma más común es un amarillamiento difuso que se acentúa en los bordes de los folíolos. Cuando la deficiencia es severa, sólo permanece verde una franja delgada a ambos lados de la nervadura central y la base del folíolo (GONZÁLEZ *et al.*, 1999).

2.6.3. Fósforo

Según HUERTAS (2005), este elemento menor se encuentra en los suelos debido a que es parte importante constituyente de los materiales

madres que lo originan, pero la riqueza de ellos en él, no significa de ningún modo las posibilidades de aprovechamiento por las plantas, ya que los compuestos que lo contienen son sumamente insolubles.

Al igual que muchos otros nutrientes, el fósforo en su estado asimilable queda adherido a las arcillas o coloides, partes del suelo de diámetro muy reducido, que tienen la capacidad de retener los elementos y también de intercambiarlos.

Es vital para las actividades fisiológicas del cocotero, fomenta la floración, la fructificación de raíces, acelera el proceso de maduración y mejora la resistencia a enfermedades. Los requerimientos del fósforo son menores que los anteriores. Sin embargo, la relación nitrógeno/fósforo es importante, ya que la deficiencia de nitrógeno causa la deficiencia de fósforo (LIZANO, 2003).

En general es difícil diagnosticar la deficiencia de fósforo, los únicos síntomas son: reducción del crecimiento y el tronco corto.

La deficiencia de P genera tonalidades morado o purpúreo en hojas y tallos, comenzando por hojas basales ya que el P es un elemento móvil. La merma de P disminuye la traslocación de asimilados acumulándose azúcares en hojas y tallos, los que a su vez generan antocianas, que son los pigmentos que producen las tonalidades señaladas. La misma coloración se observa en tallos y hojas cuando se elimina total o parcialmente la espiga, generando una limitación por destinos o un excedente de fuente que aumenta los azúcares en órganos vegetativos y la producción de pigmentos (UHART *et al.*, 2000).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó en terrenos del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD – UNAS), ubicado en el distrito José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado y región Huánuco. Tiene una superficie de 473.47 hectáreas, que comprende entre pastos, cultivos agrícolas, plantaciones forestales y bosques secundarios. Parte del área presenta suelos inundables y temporalmente inundables.

3.1.2. ubicación geográfica

La investigación se ha desarrollado en las coordenadas:

Cuadro 3. Coordenadas UTM del área experimental.

Norte (m)	Este (m)	Zona	Altitud m.s.n.m
8991020	385500	Tulumayo – José Crespo y Castillo	610

Fuente: propia.

3.1.3. Ecología

Ecológicamente; según el estudio de zonas de vida de HOLDRIDGE (1993), el área se encuentra ubicada en la zona de vida del

bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh-PST). Presenta relieves ondulados, con duelos de textura media pesada y árida comprende las vertientes que van desde Tingo María hasta Aucayacu.

3.1.4. Condiciones climáticas

Se caracteriza por ser cálido y húmedo, con temperaturas media anual alrededor de los 24 °C. Las precipitaciones superan los 3,000 mm por año, siendo los meses de mayor precipitación de noviembre a marzo.

3.1.5. Fisiografía

Presenta una compleja topografía, encuadrada en suelos aluviales, formado por el arrastre de materiales y sedimentos; así mismo presenta suelos de colina cuyo relieve predominante es fuerte y ondulado – quebradiza; las pendientes características de la zona son 12, 25 y 50 % con formaciones paisajísticas de la colina baja (Cb), mayormente valles y colinas altas (Ca). Los suelos del CIPTALD tienen la conformación típica de las llamadas llanuras, cuyo relieve está comprendido entre 1 y 5 % de pendiente, formando zonas homogéneas con fertilidad baja y arcillosos generalmente propios de selva, que dificultan un adecuado drenaje en la época de mayor precipitación.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Unidad experimental

- Plantas de coco amarillo (*Cocos nucifera* L.)

3.2.2. Fertilizantes

- Fertilizante Molimax 20 – 20 – 20
- Urea (46 % de nitrógeno)
- Cloruro de potasio (60 % de potasio)
- Superfosfato triple (46 % de fósforo)

3.2.3. Herramientas

- Machetes
- Azadones
- Wincha 5 m
- Placas metálica
- Tijera de podar

3.2.4. Equipos

- Cámara digital marca SONY
- GPS marca Garmin Modelo 12 XL

3.3. Tratamientos utilizados

Las cantidades de dosis que se utilizó en los tratamientos se basaron en el análisis físico-químico del suelo, este nos originó realizar fórmulas de abonamiento (Cuadro 4) en base a lo que CONAFRUT (1997)

indica que las plantas de coco con dos años de edad deben fertilizarse en base a la fórmula 40 – 40 – 40 para satisfacer la necesidad de las plantas para su crecimiento.

Cuadro 4. Fórmula de abonamiento utilizado en la investigación.

Nutrientes/tratamientos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
N	40	60	80	100	0
P	60	60	60	60	0
K	40	60	80	100	0

Mediante las fórmulas de abonamiento, se generó las dosis de abonos aplicados como tratamientos, las cuales fueron:

T₁ : 200 g de Molimax + 43.4 g (P) /planta de N, P y K

T₂ : 300 g de Molimax /planta de N, P y K

T₃ : 300 g de Molimax + 43.4 g (N) +33.3 g (K) /planta de N, P y K

T₄ : 300 g de Molimax + 86.9 g (N)+ 66.6 g (K)/planta de N, P y K

T₅ : 0 g/planta (testigo)

El modelo aditivo lineal ha tenido la forma de la ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para:

$i = 1, 2, \dots, t$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r$ Bloques

Donde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta, que corresponde a la unidad experimental que pertenece al j -ésimo bloque donde se aplicó el i -ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media poblacional.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Efectos aleatorio, EE

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	FC
Bloques	$(r-1)$	SC_{bloq}	CM_{bloq}	CM_{bloq}/CM_e
Tratamiento	$(t-1)$	SC_{trat}	CM_{trat}	CM_{trat}/CM_e
E. Exp.	$(r-1)(t-1)$	SC_e	CM_e	
Total	$tr-1$	SC_{total}		

Debido al diseño que presenta la investigación, los tratamientos fueron ubicados al azar (Figura 2), para lo cual se ha utilizado el procedimiento de selección denominado tómbola (HERNÁNDEZ *et al.*, 2007).

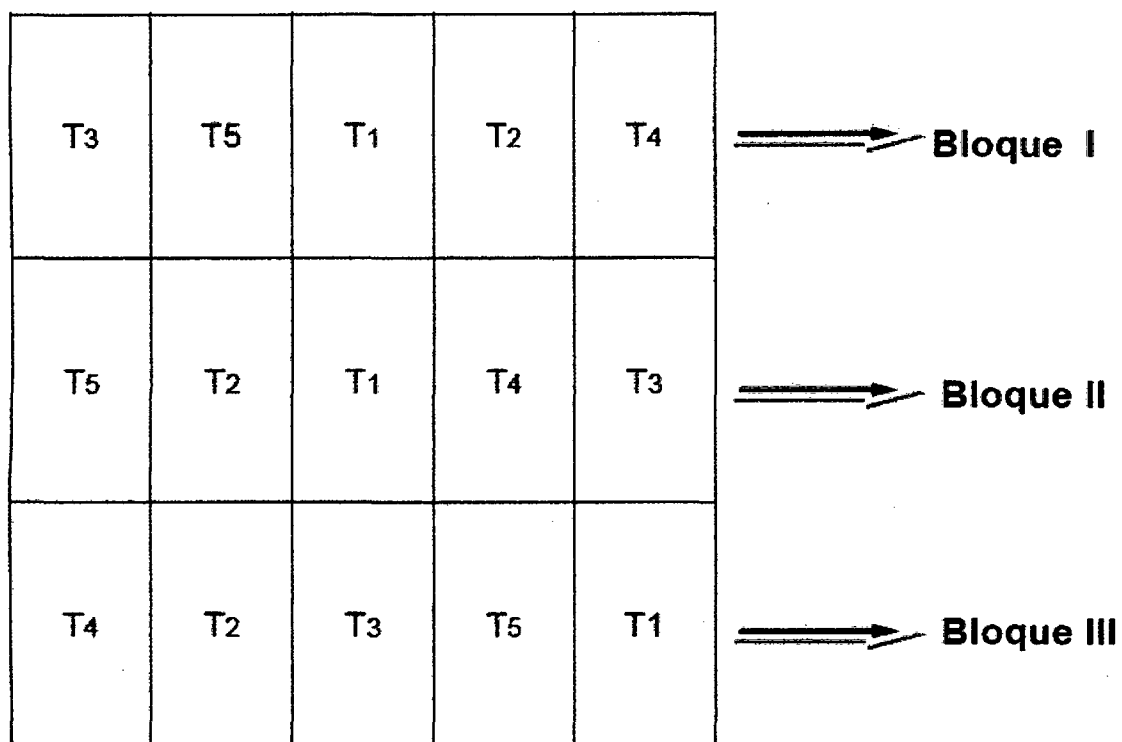


Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.

3.4. Metodología

3.4.1. Fase de campo

3.4.1.1. Determinación de las características de la plantación

Una vez ubicada la plantación agroforestal, se procedió a realizar la verificación (Cuadro 6) del método de plantación, distanciamiento entre plantas, las especies asociadas y la edad en que se encontraban ya establecidos el coco amarillo. Para garantizar esta labor, se ha tenido que recorrer por toda la plantación (parcela experimental), con la cual se ha tenido que distribuir los respectivos tratamientos aplicados posteriormente.

Cuadro 6. Características de la plantación agroforestal (parcela experimental).

Características de la plantación	Medida
Área de la plantación	5241.6 m ²
Área efectiva o de estudio	1620 m ²
Área /planta	36 m ²
Área / unidad experimental	108 m ²
Número de bloques	03
Largo de bloques	84 m
Ancho de bloques	20.8 m
Área de cada bloque	1747.2 m ²
Número de filas/bloques	04
Número de plantas/fila	15
Distancia entre fila y fila	5.2 m
Distancia de coco a coco	6 m
Método de plantación	Campo abierto
Sistema de plantación	Tres bolillo
Edad de plantación	5 años
Total de filas	13
Número de plantas de coco	189

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Características de la plantación agroforestal (parcela total).

Características	Dimensiones e Unidades
Método de plantación del coco	Sistema tribolillo.
Distanciamiento del coco	6 m x 6 m
Cultivos asociados	(palo frejol – plátano – cupso)
-palo frejol	- 2 m x 2 m.
- plátano	- 12 m x 12 m
Edad del coco	5 años de edad
Área de cada coco	36 m ²
Área de la plantación del coco, plátano, palo frejol.	5241 m ²
Plantas evaluadas del coco	45 plantas

3.4.1.2. Georeferenciación de la plantación

La Georeferenciación de la plantación se realizó el mismo día del reconocimiento de la parcela experimental, esta actividad fue con la finalidad de elaborar el plano de ubicación.

3.4.1.3. Limpieza del área

El área de la plantación presentaba vegetación competitiva constituida por arbustos y hierbas principalmente, para realizar la aplicación de los tratamientos se ha tenido que realizar la limpieza general del área

experimental, para lo cual se ha utilizado el machete, en áreas alrededor de la base de cada unidad experimental se realizó un plateo al ras del suelo (Figura 3), la cual facilitaría la aplicación de las dosis respectivas de fertilizante.

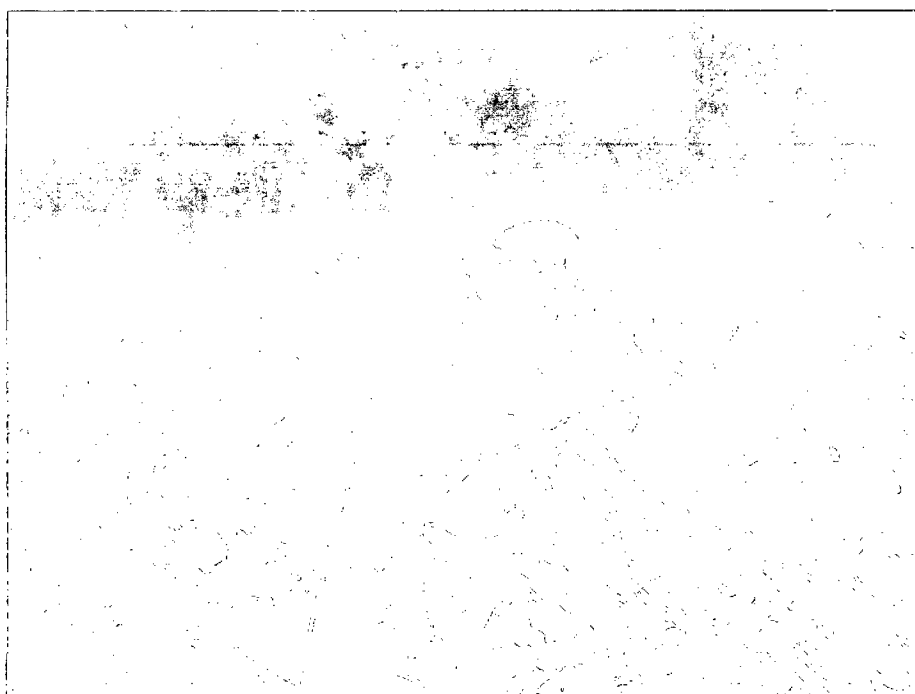


Figura 3. Limpieza alrededor en las plantas de coco.

3.4.1.4. Aplicación de los tratamientos

La fertilización se realizó teniendo en cuenta la proyección de la copa de las plantas previo al plateado realizado y apertura de un surco de 5 cm de profundidad aproximadamente. Los tratamientos se aplicaron en días soleados, para garantizar la retención de nutrientes y no se pierda por volatilización (caso del nitrógeno), se realizó el tapado del fertilizante con la tierra y restos vegetales que se encontraban alrededor a causa de la limpieza general del área. Así como muestra en la Figura 4. Ésta labor se realizó en tres

oportunidades (meses de enero, abril y agosto) distribuido durante 12 meses que ha tenido como periodo la investigación.



Figura 4. Aplicación de los tratamientos en las plantas de coco.

3.4.1.5. Evaluaciones registradas

Se ha tenido que realizar el registro de datos en los mismos meses de haberse realizado la aplicación de las dosis de fertilización inorgánica.

Altura total de las plantas de coco

La medición de la altura total en plantas de coco, se realizó empleando una wincha de 5 m de manera vertical (Figura 5).

Las dimensiones se registraron teniendo en cuenta la longitud desde la base hasta la parte apical de la planta, constituida por la última hoja

madura, en caso de que si los folios están por la misma altura (promedio de altura, como datos evaluados en los meses de enero, abril, agosto y diciembre.



Figura 5. Medición de la altura total en las plantas de coco amarillo.

Diámetro de la copa en plantas de coco

Las dimensiones de la variable diámetro de copa, se ha tenido que registrar las evaluaciones en base a las orientaciones consideradas desde el norte hacia el sur (Figura 6), esto con la finalidad de no alterar en las evaluaciones siguiente, para determinar la orientación utilizó una brújula, los datos evaluados se realizó en los meses de enero, abril, agosto y diciembre.

Número de hojas

Se procedió a contar las hojas que brotaban Ésta labor se realizó en cuatro oportunidades (meses de enero, abril, agosto y diciembre) distribuido

durante 12 meses que ha tenido como periodo la investigación. Así como se muestra en la (Figura 7).



Figura 6. Evaluación del diámetro de copa en plantas de coco amarillo.



Figura 7. Evaluación de número de hojas en plantas de coco amarillo.

3.4.2. Fase de gabinete

Con los datos obtenidos de campo se procesaron las variables diámetro de copa, altura total de las plantas y número de hojas, mediante el programa Microsoft Office Excel 2010, se elaboraron Análisis de varianzas y pruebas de comparación de promedios se realizó utilizando el programa SAS versión 9.0.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura total de plantas

Durante las cuatro evaluaciones, las plantas de coco presentaron buena aleatoriedad respecto a la distribución de los bloques en el campo experimental debido a la significancia estadística ($p < 0.05$), los tratamientos aplicados alrededor de las plantas de coco no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en ninguna de las cuatro evaluaciones (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza respecto a la altura total de plantas de coco bajo fertilización inorgánica.

FV	GL	F-valor1	F-valor2	F-valor3	F-valor4
Bloque	2	3.75*	4.02*	9.44**	6.90*
Tratamiento	4	1.30 N.S.	1.17 N.S.	1.89 N.S.	1.12 N.S.
Error	38				
Total	44				
CV (%)		27.3	26.6	20.3	15.6

F-valor1, 2, 3 y 4 corresponde a las evaluaciones registradas durante un año.

En la determinación de los incrementos respecto a la altura total de plantas de coco, se ha determinado que las dosis aplicadas surgieron efectos

favorables para la segunda evaluación, mientras que para la tercera evaluación el tratamiento 1 y 2 presentaron mejores crecimientos y finalmente el incremento alcanzado durante los 12 meses se vio favorecida por el tratamiento 4 (Figura 8).

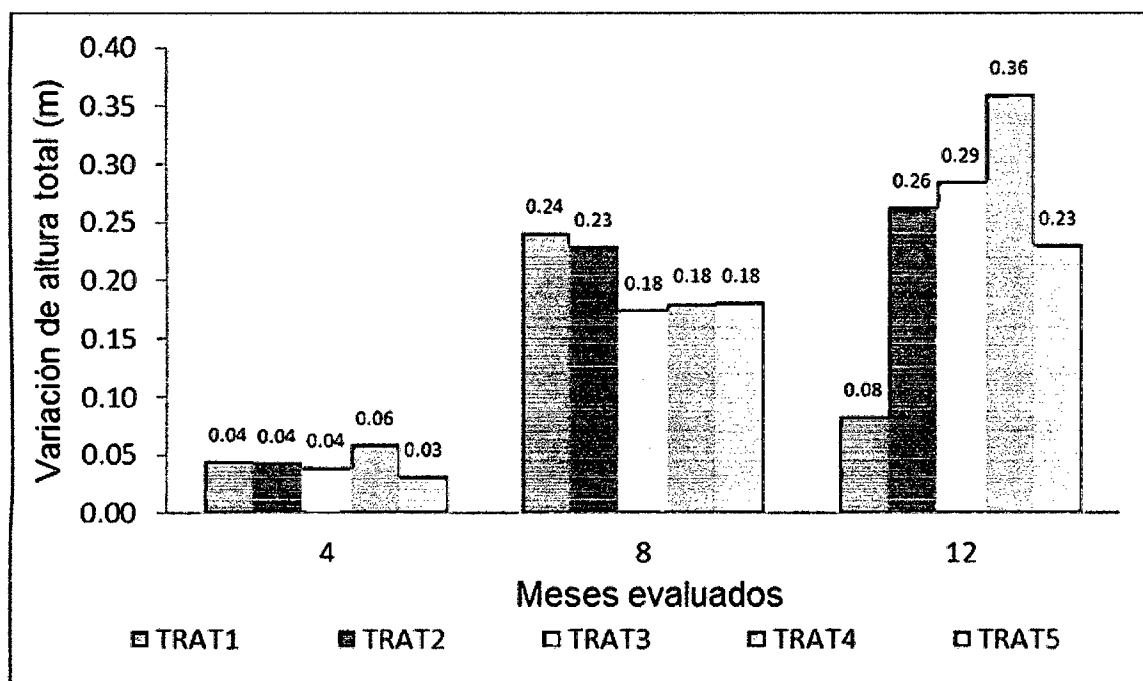


Figura 8. Variación de altura total en plantas de coco bajo efectos de fertilización inorgánica.

4.2. Diámetro de copa

Respecto a esta variable evaluada, se ha determinado que las áreas donde se encontraban ubicadas las plantas, han mostrado diferentes comportamientos a partir de la tercera evaluación, las dosis de fertilizantes aplicados no mostraron efectos diferentes en las cuatro evaluaciones registradas en un tiempo de 12 meses (Cuadro 9). En la segunda evaluación, no se ha encontrado diferencia en el incremento del diámetro de copa, mientras

que en la tercera evaluación los tratamientos presentaron incrementos muy variables y en la cuarta evaluación las plantas sin fertilización (T₅) han alcanzado un valor numérico promedio menor a las plantas que recibieron dosis de los fertilizantes inorgánicos pero que no mostró significancia estadística (Figura 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza respecto al diámetro de copa en plantas de coco bajo fertilización inorgánica.

FV	GL	F-valor1	F-valor2	F-valor3	F-valor4
Bloque	2	1.27 N.S.	1.35 N.S.	6.84*	11.55**
Tratamientos	4	0.29 N.S.	0.27 N.S.	0.88 N.S.	0.65 N.S.
Error	38				
Total	44				
CV (%)		28.4	27.0	20.4	12.2

F-valor1, 2, 3 y 4 corresponde a las evaluaciones registradas durante un año.

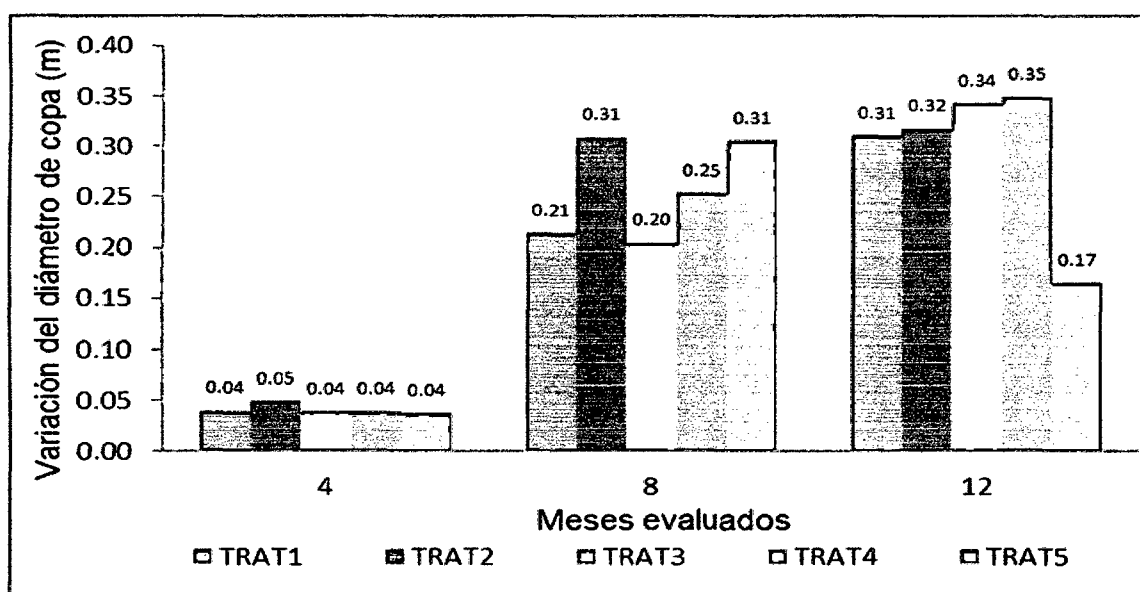


Figura 9. Diámetro de copa en plantas de coco bajo efectos de fertilización.

4.3. Número de hojas

El número de hojas por efectos de los bloques realizados en la plantación, presentó significancia estadística en las tres primeras evaluaciones mientras que en la última evaluación no se ha determinado diferencia estadística. Las dosis de fertilizantes inorgánicos aplicados no surgieron efectos sobre el número total de hojas que presentaban las plantas durante las dos primeras evaluaciones registradas, mientras que en la tercera y cuarta evaluación se ha encontrado significancia estadística con coeficientes de variación de 9.7 % y 8 % de dispersión de datos respectivamente (Cuadro10).

Cuadro 10. Análisis de varianza respecto a la altura total de plantas de coco bajo fertilización inorgánica.

FV	GL	F-valor1	F-valor2	F-valor3	F-valor4
Bloque	2	33.68**	7.88 **	6.17 **	0.86 N.S.
Tratamiento	4	2.02 N.S.	0.96 N.S.	3.81 *	6.29 *
Error	38				
Total	44				
CV (%)		15.8	13.5	9.7	8.0

F-valor1, 2, 3 y 4 corresponde a las evaluaciones registradas durante un año.

La cantidad de hojas en las plantas de coco bajo fertilización ha presentado similar comportamiento en las dos primeras evaluaciones, en la tercera evaluación se observa mejor comportamiento en el tratamiento testigo respecto a los demás, para la cuarta evaluación se encuentran valores promedios similares en las plantas sin fertilización y el T₄ (Figura 10).

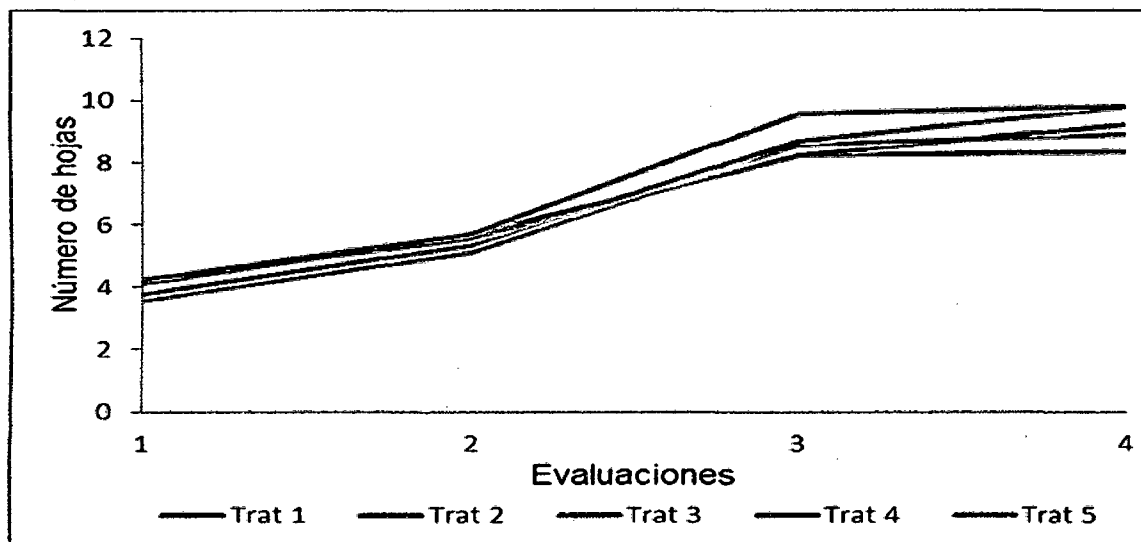


Figura 10. Número de hojas en plantas de coco bajo efectos de fertilización.

4.4. Efecto del fertilizante sobre el pH del suelo

Los niveles de pH en el suelo ha sido superior en las plantas que no se ha aplicado fertilizante, mientras que en suelos donde recibieron dosis de fertilizantes se ha determinado que los valores del pH presentaron mayor grado de acidez (Figura 11).

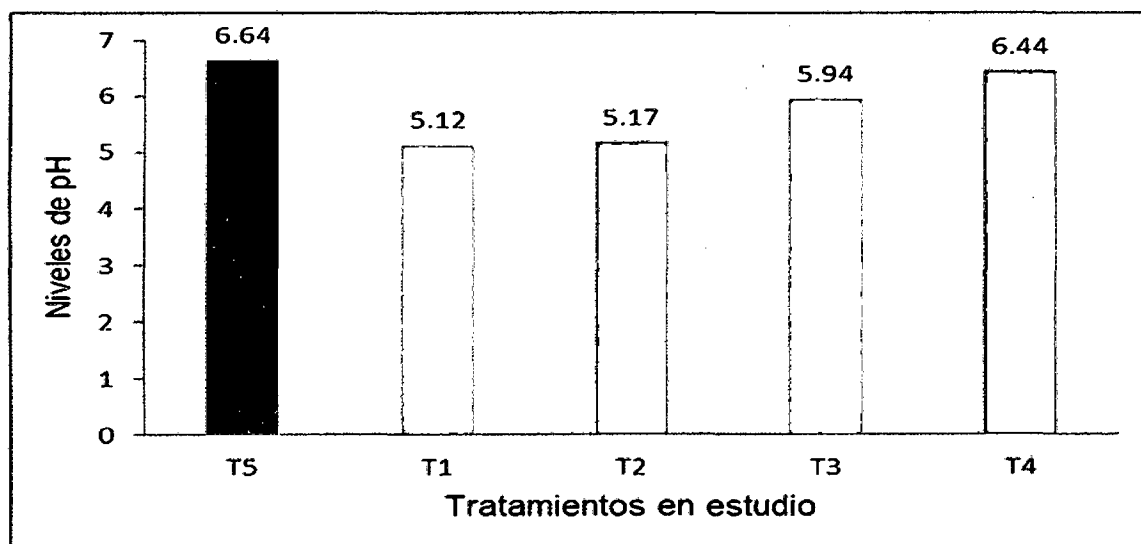


Figura 11. pH en suelos con plantación de coco bajo aplicación de fertilizantes.

4.5. Efecto del fertilizante sobre el nitrógeno del suelo

El comportamiento del nitrógeno en los suelos bajo efectos de fertilización fue muy variable, encontrando valores menores y superiores al área donde no recibió dosis de fertilización alguna (Figura 12).

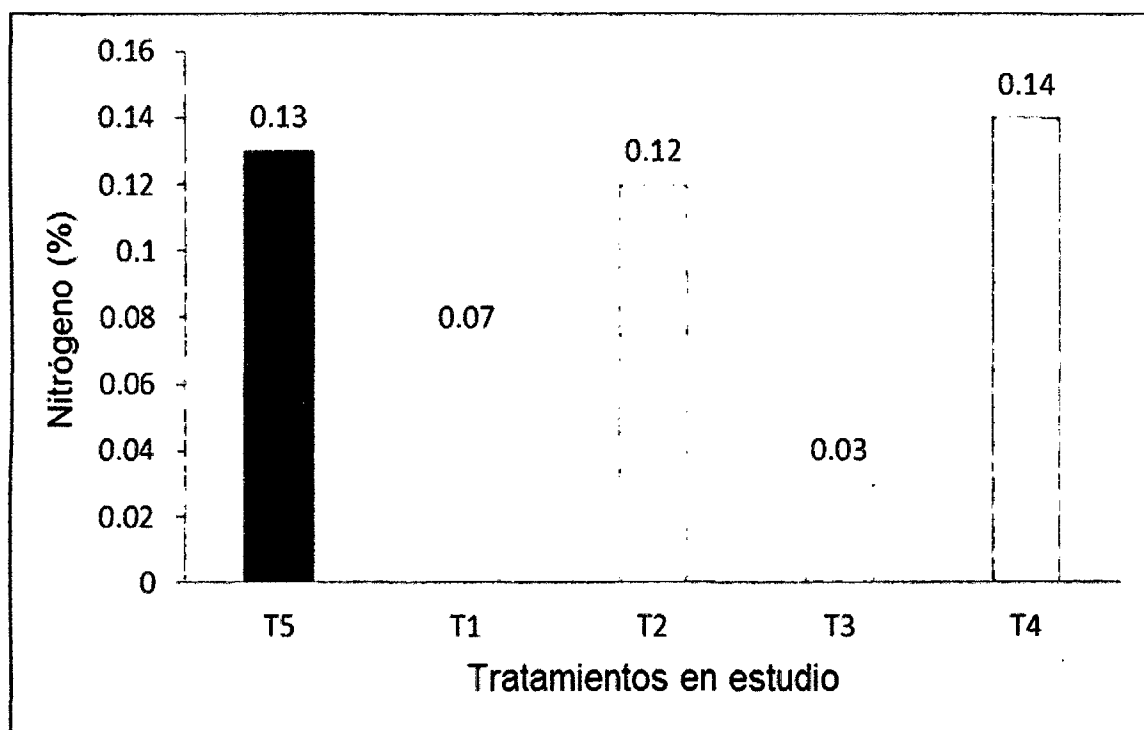


Figura 12. Niveles de nitrógeno en el suelo de la plantación de coco a causa de la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

4.6. Efecto del fertilizante sobre el fósforo en el suelo

En suelos donde se realizó la aplicación de las dosis de fertilizante inorgánico, se ha encontrado un incremento del elemento fósforo al comparar con el suelo donde no se ha realizado la aplicación de ninguna dosis de fertilizante (Figura 13).

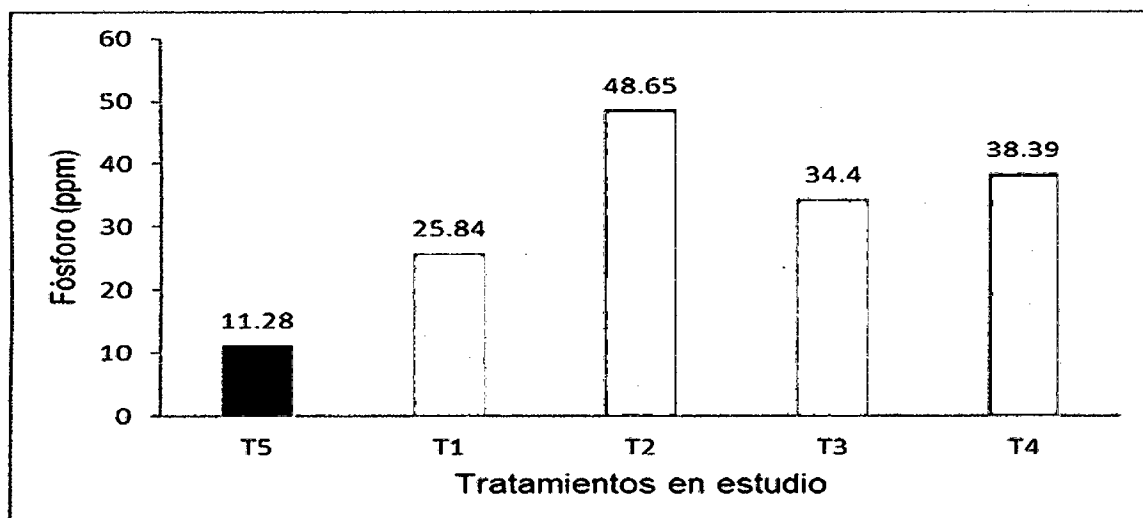


Figura 13. Fósforo en el suelo con plantación de coco bajo fertilización.

4.7. Efecto del fertilizante sobre el potasio del suelo

Se ha encontrado valores superiores de potasio en los suelos de los diferentes tratamientos aplicados con fertilización inorgánica en comparación a la muestra de suelo extraído del tratamiento testigo (Figura, 14).

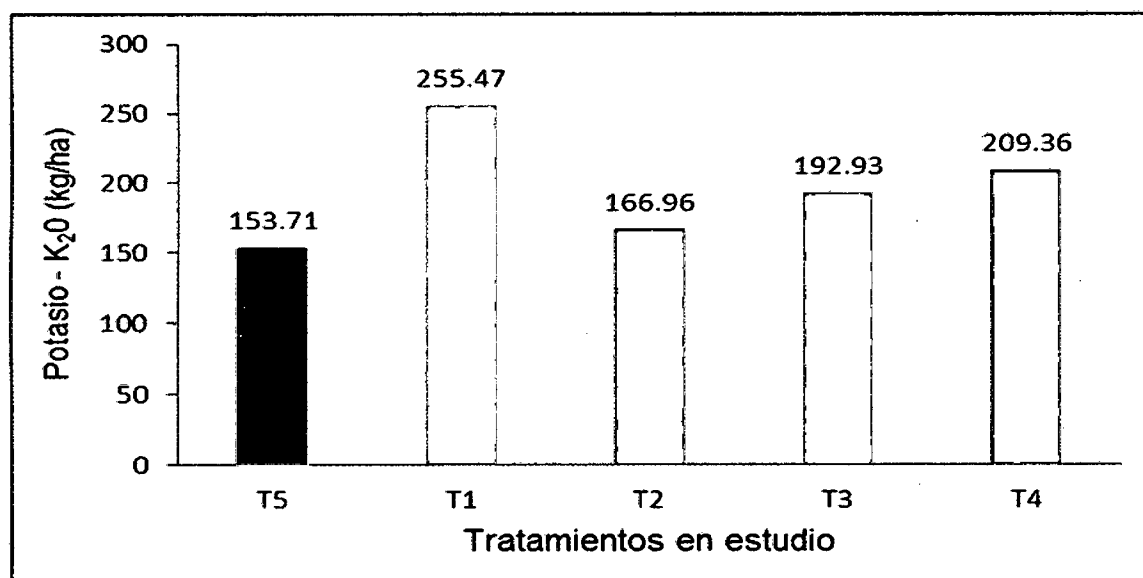


Figura 14. Niveles de potasio en el suelo bajo efectos de fertilización.

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura total de plantas

MESKIMEN (1971) indica que la fertilización constituye un medio para abastecer una porción significativa de los nutrientes demandados por las plantas, la cual se realizó en las plantas de coco, pero debido a factores climáticos o técnicos no se ha encontrado diferencias estadísticas sobre el efecto de éstas dosis de los fertilizantes aplicados, al respecto CORTÁZAR (2011) afirma que en el cultivo de coco, la precipitación durante el año debe ser lo más homogénea posible y no ser menor de 1,600 mm, con un período seco no mayor de tres meses las cuales para esta zona donde se encuentra la plantación presentas periodos prolongados de baja precipitación y alta precipitación, las cuales se tiene que considerar al momento de aplicar los fertilizantes, debido a que los meses donde se fertilizó la parce fueron entre enero, abril y agosto del año siguiente.

Otro factor que haya influenciado en el crecimiento es en la altitud que se encuentra la parcela, y CORTÁZAR (2011) afirma que las plantaciones comerciales deben de estar de preferencia entre los 0 y los 300 msnm.

Se ha encontrado diferencias numéricas en los incrementos de altura total en plantas de coco en comparación a las plantas de coco sin

fertilización, resultados mejores encontraron MATIAS *et al.* (2006), al indicar que la aplicación de nitrógeno y potasio vía fertirrigación influyó significativamente el comportamiento vegetativo de la palma de coco. Las dosis de 1.26 kg de N y 1.68 kg de K por planta al año presentaron las mayores medias para altura de planta, mientras que el número de folíolos fue favorecido por dosis ligeramente inferiores de N y superiores de K. El número de hojas no fue afectado por las dosis de K, el perímetro del tronco de la palma de coco fue la única variable analizada que alcanzó mayor media con dosis de 1.01 kg de N y 1.53 kg de K por planta al año.

Por otra parte Taffin (1998), citado por LIZANO (2003) afirma que el cocotero en etapa de producción extrae del suelo principalmente los siguientes nutrientes: potasio, cloro, y nitrógeno. La mejor respuesta a la fertilización se obtiene con la aplicación de potasio. Fertilizaciones nitrogenadas producen efectos más visibles en plantas jóvenes que en adultas.

Las plantas de coco requieren de aproximadamente 5 años para formar un tronco basal (CORNER, 1966), la tasa de crecimiento y rendimiento varía enormemente de acuerdo a la localidad y a las prácticas de cultivo y fertilizado. El crecimiento pobre en el coco se atribuye a menudo a deficiencias en nutrientes, tales como potasio, nitrógeno, fósforo, boro, hierro y magnesio. Se ha reportado que la cultivación, la adición de materia orgánica y el abonado dentro de un radio de 2 m a partir del tallo, a la vez que el establecimiento de una vegetación terrestre baja de legumbres, aumentan significativamente el crecimiento y rendimiento en las plantaciones, particularmente en suelos muy

arenosos o deficientes en nutrientes (LAWRENCE, 1982). Éste es otro factor que ha limitado el crecimiento uniforme de las plantas de coco amarillo (*Cocos nucifera* L.), debido que esas áreas donde se estableció, anteriormente se realizaban cultivos agrícolas y por lo tanto ha quedado con bajos nutrientes en el suelo.

En la mayoría de los sitios la producción de hojas, raíces, inflorescencias y frutas declinan a medida que la lluvia baja en frecuencia (CORNER, 1966). Si existe suficiente humedad en el suelo para contrarrestar el efecto de las altas tasas de transpiración en el coco, un clima moderadamente seco es preferible a uno muy húmedo (TROUP, 1921), la cual está considerado esta parte como es el valle del Huallaga, en donde la precipitación promedio es de 3300 mm durante todo el año, generando áreas temporalmente inundables y alta humedad en el suelo.

5.2. Diámetro de copa

En las evaluaciones no se ha encontrado diferencias estadísticas, variable que posiblemente haya tenido influencia la época de aplicación de los fertilizantes, LIZANO (2003) afirma que la época de aplicación del fertilizante también es variable. Cuando el cultivo se maneja en condiciones de secano, en los suelos arenosos o de textura gruesa, el nitrógeno debe aplicarse en tres fracciones durante la época lluviosa. En suelos arcillosos y francos que pueden retener más nutrientes se puede generalizar la aplicación dos veces al año, una al inicio y otra a la finalización de la época lluviosa.

Otro factor que haya influenciado en el efecto no significativo del diámetro de copa es la manera de que cómo se aplicó el fertilizante, debido a que no se ha realizado una zanjilla en el suelo y se aplicó directamente a la superficie del suelo, ya que LIZANO (2003) indica que en el primer año el fertilizante debe incorporarse al suelo en una franja de 15 centímetros a un metro de ancho y separada a un radio de 50 cm de la planta, en los siguientes años el radio aumenta hasta alcanzar 2 metros.

Respecto al efecto de la fertilización, LAMPRECHT (1990) afirma que en general el suministro de fertilizantes apropiados para los suelos tropicales pobres en nitrógeno tiene efectos positivos, la cual no se manifestó estadísticamente ya que los nutrientes suministrados a las plantas de coco fueron insuficientes o fueron diluidos por la época de precipitación de la zona.

Otro factor que haya afectado a la asimilación de los nutrientes en las plantas de coco es la vegetación competitiva que crece con rapidez en la época lluviosa, lo cual corrobora LAWRENCE (1982) al afirmar que los árboles de coco son susceptibles a la competencia por las malas hierbas a la vez que por los cultivos interplantados y deberán mantenerse libres de vegetación en competencia en una radio de 2 m a partir del tronco a través de la vida productiva del árbol. El interplantado de cosechas anuales y perennes, incluyendo árboles frutales y cacao, se practica por lo común en plantaciones jóvenes de coco sin un impacto negativo aparente en el crecimiento de los árboles (ANWAR y HUTOMO, 1984). Un factor que tiene influencia en la fertilización es la manera de aplicación del fertilizante la cual CORTÁZAR

(2011) indica que para el coco de un año, la fertilización deben aplicarse por poceta con dosis de 300 g de Urea, 300 g de Superfosfato Triple de Calcio y 500 g de Cloruro de Potasio y la aplicación es directa en tres hoyos realizados alrededor de la planta y a un distanciamiento de 40 cm para que no afecte negativamente a la planta.

5.3. Número de hojas

Se ha encontrado diferencias estadísticas en las dos últimas evaluaciones en las plantas de coco con los diferentes dosis de fertilizante, resultados diferentes encontraron MATIAS *et al.* (2006), al indicar que la aplicación de nitrógeno y potasio vía fertirrigación influyó significativamente el comportamiento vegetativo de la palma de coco, las dosis de 1.26 kg de N y 1.68 kg de K por planta al año no afectó el número de hojas.

Según LIZANO (2003), la fertilización del cultivo de cocotero está determinada por el nivel de producción, la edad de la planta, el contenido y disponibilidad de nutrientes del suelo, el tipo de cocotero, la densidad de siembra, el tipo de riego, y la fuente de fertilizante disponible en el mercado.

La aplicación de los fertilizantes afecta moderadamente en el incremento del número de hojas del coco como lo afirma UHART (1995) al indicar que el efecto del nitrógeno sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo, el nitrógeno puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación solar por el cultivo mientras no tanto el número de hojas específicamente.

Deficiencias severas de nitrógeno no disminuyeron el número final de hojas por planta y redujeron principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar, ello disminuyó el índice de área foliar hasta un 60 %, así como también la duración del área foliar verde.

En condiciones ambientales favorables una planta adulta de cocotero gigante emite de 12 a 14 hojas por año, en cambio el enano puede emitir hasta 18 hojas en el mismo período (LIZANO, 2003).

5.4. Efecto del fertilizante sobre el pH del suelo

Se ha encontrado que la aplicación de los fertilizantes tiene efectos sobre los niveles de pH en los suelos, motivo por el cual el efecto del tratamiento uno y dos ha generado un sustrato fuerte mente ácido, el tratamiento tres fue moderadamente ácido, el tratamiento cuatro ligeramente ácido mientras que el testigo fue neutral (ZAVALA, 2002).

Por otro lado CORTÁZAR (2011) afirma un pH de 7 ó cercano a éste es el óptimo para el desarrollo de las plantas, debido a que facilita las mejores absorciones de elementos. ZAVALA (2002) indica que una de las propiedades químicas particularmente interesantes en el ámbito de la fertilización es la reacción del pH en el suelo, ya que varias investigaciones han demostrado el efecto importante que tiene esta propiedad química del suelo en la movilización de los nutrientes. Asimismo, la mayoría de los nutrientes responden adecuadamente a una reacción cercana a los neutro (6.3 – 7.3 de pH).

5.5. Efecto del fertilizante sobre el nitrógeno del suelo

Los niveles del nitrógeno en el suelo ha presentado alta variación respecto a las dosis de fertilizante aplicados, según ZAVALA (2002), los niveles se encuentran entre niveles críticos medio (0.1 – 0.2) los tratamientos dos, cuatro y el testigo y como niveles bajos (< 0.1) están el tratamiento uno y tres.

HUERTAS (2005) menciona que el nitrógeno es el elemento al que mayor importancia se le da en la agricultura, debido a las grandes cantidades que de él se requieren, a la gran influencia que determina en el desarrollo vegetal, ya que no es un constituyente natural del suelo, sino que le es llegado de la atmósfera. Las grandes diferencias de variación que ha tenido en la parcela es debido a que el nitrógeno en el suelo un elemento muy movable y transformable, que no suele quedar fijado y cuyo ciclo depende de la acción de los microorganismos que a su vez son dependientes de la materia orgánica y también ha tenido efecto la cantidad de precipitación que hay en esta zona.

A causa de la excesiva precipitación, el nitrógeno se pierde (ADDISCOTT, 1990) mediante la lixiviación del nitrato (NO_3^-) que consiste en el movimiento de este anión por el agua gravitacional a través del perfil del suelo. Por lo tanto, es un proceso físico irreversible que implica la pérdida de nitrógeno del sistema de producción sin posibilidad de que retorne a la zona de exploración de las raíces la cual ha ocurrido en la parcela experimental y los efectos de crecimiento de las plantas de coco se ha mostrado limitadamente. Además OLSON Y HALSTEAD (2000) afirman que la mayor parte de los

estudios que se han hecho sobre el grado de aprovechamiento de los abonos nitrogenados ponen de relieve que, incluso en el mejor de los casos, las plantas que los aprovechan en grado que permite un rendimiento económico óptimo, sólo lo hacen en la proporción del 50 al 60 %. Gran parte del resto se pierde de diversas formas, en particular al ser arrastrado por las aguas, al volatilizarse o incorporarse a la atmósfera en forma de amoníaco, al infiltrarse en forma de nitrato más allá de la zona de las raíces, y al transformarse en N elemental por procesos químicos y biológicos de desnitrificación en el suelo.

Los análisis que se han realizado en la parcela experimental puede que haya sido resultado de la existencia y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, y esto solo fue dependiente fundamentalmente de la materia orgánica que hubo en él y de la presencia y actuación de los microorganismos y no del nitrógeno aportado por los fertilizantes aplicados (HUERTAS, 2005).

5.6. Efecto del fertilizante sobre el fósforo en el suelo

Al respecto sobre este elemento HUERTAS (2005), indica que se encuentra en los suelos debido a que es parte importante constituyente de los materiales madres que lo originan a parte d la fertilización aplicada directamente, pero la riqueza de ellos en él, no significa de ningún modo las posibilidades de aprovechamiento por las plantas, ya que los compuestos que lo contienen son sumamente insolubles. De acuerdo a los resultados (ZAVALA, 2002), los niveles críticos del elemento fósforo es alto (> 14) en todas las áreas donde se ha realizado la aplicación de los fertilizantes inorgánicos.

El aporte de este elemento es vital para las actividades fisiológicas del cocotero, ya que va fomentar la floración, el incremento de raíces, acelera el proceso de maduración y mejora la resistencia a enfermedades (LIZANO, 2003). Los requerimientos del fósforo son menores que los anteriores elementos, sin embargo, la relación nitrógeno/fósforo es importante, ya que la deficiencia de nitrógeno causa la deficiencia de fósforo.

5.7. Efecto del fertilizante sobre el potasio del suelo

La cantidad de potasio existente en los suelos de la parcela experimental presentan como niveles críticos denominado bajo (0 - 300) del elemento potasio (ZAVALA, 2002), también HUERTAS (2005) indica que es un elemento mayor que se encuentra en gran proporción en los tejidos vegetales, la remoción anual de la vegetación formada significa una constante pérdida del potasio existente en el suelo. Parece ser que el potasio tiene una acción bastante marcada en la regulación de las condiciones hídricas del vegetal, tanto a nivel celular como de tejidos, ayudando en la formación de las proteínas y en la transformación de azúcares en almidón.

VI. CONCLUSIONES

1. En la altura total de plantas, el incremento alcanzado durante los 12 meses se vio favorecida por la mayor dosis aplicada (T₄) 300 g de Molimax + 86.9 g (N)+ 66.6 g (K)/planta de N, P y K, sin haber diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos.
2. En el diámetro de copa, se ha determinado que las plantas sin fertilización (T₅), alcanzó un valor numérico menor a las plantas que recibieron dosis de los fertilizantes inorgánicos y no hubo significancia estadística
3. La cantidad de hojas en las plantas de coco bajo fertilización ha presentado similar comportamiento en las dos primeras evaluaciones, en la tercera evaluación se observa mejor comportamiento en el tratamiento testigo respecto a los demás, para la cuarta evaluación se encuentran valores promedios similares en las plantas sin fertilización y el T₄.
4. El pH en el suelo ha sido superior en las plantas que no se ha aplicado fertilizante (T₅= 6.64), en comparación a los suelos donde recibieron dosis de fertilizantes inorgánico (T₁=5.12); (T₂=5.17); (T₃=5.93); (T₄=6.44).
5. El nitrógeno en los suelos bajo efectos de fertilización fue muy variable, encontrando valores menores (T₃=0.03%) y superior en el área donde recibió mayor fertilización (T₄=0.14%)

6. En suelos donde se realizó la aplicación de fertilizante, hubo incremento del fósforo ($T_1=25.84$ ppm); ($T_2=48.65$ ppm); ($T_3=34.4$ ppm); ($T_4=38.39$ ppm). al comparar con el suelo sin fertilización. ($T_5=11.28$ ppm)
7. Se ha encontrado valores superiores de potasio en los suelos fertilizados ($T_1=255.47$ Kg/ha); ($T_2=166.96$ Kg/ha); ($T_3=192.93$ Kg/ha); ($T_4=209.36$ Kg/ha) al comparar con el suelo sin fertilización (testigo $T_5=153.71$ Kg/ha).

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar aplicaciones de fertilizantes foliares y por medio del suelo, con la finalidad de acelerar el incremento en altura total, diámetro de copa y número de hojas.
2. En investigaciones similares los tesisistas, deben incluir el análisis foliar, por medio de este análisis se asevera o rechaza la asimilación de diferentes nutrientes del suelo por la planta.
3. Los agricultores deben realizar las aplicaciones de fertilizante en época de poca precipitación con la finalidad de que los nutrientes aplicados se pierdan en poca cantidad.

**RESPONSE OF COCO AMARILLO (*Cocos nucifera* L.) TO DIFFERENT
DOSES OF NPK IN AGROFORESTRY SYSTEMS, AUCAYACU**

VIII. ABSTRACT

In order to determine the effect of fertilization with N, P, K, silvicultural behavior in yellow coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Research and Production Center Annex Tulumayo Divide (CIPTALD), located in the politically district José Crespo y Castillo, Huanuco region at coordinates: 385500 m east and 8991020 m North. Treatments were applied to 200 g of Molimax + 43.4 g of triple superphosphate (T1), 300 g of Molimax (T2), 300 g of Molimax + 43.4 g + 33.3 g urea potassium chloride (T3), 300 g of Molimax + 86.9 g 66.6 g urea + potassium (T4) and the control (T5) chloride, all under a design applied in randomized complete block with three replications.

The results indicate that the total plant height was favored by higher applied dose (T4) without statistical differences, the crown diameter was higher in plants without fertilization and there was no statistical difference, the leaves were similar in plants without fertilization and treatment with higher dose levels of soil pH was higher in soil that has not been applied fertilizer nitrogen in soil under the influence of fertilization was highly variable, there was an increase of phosphorus in fertilized soil and found higher values of potassium in soils fertilized by comparing the extracted soil sample without fertilization.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDISCOTT, T.M. 1990. Measurement of nitrate leaching: a review of methods. In: Nitrates, Agriculture, Water (ed. R. Calvet), pp. 157-168.
- ANWAR, S., HUTOMO, T. 1984. Coconut as a shade tree for cocoa. Buletin Balai Penelitian Perkebunan Medan. 15(1): 13-18.
- ARAGÃO, W.M., RESENDE, J.M. CRUZ DE O. E.M., REIS DOS S.C., SAGGIN JÚNIOR, O.J., ALENCAR, J.A. MOREIRA, W.A., DE PAULA, F.R., LIMA FILHO, J.M.P. 2002. Fruto do coqueiro para consumo natural. pp. 19-25. En: Aragão, W.M. (ed.). Coco pós-colheita. Cap. 3. Embrapa-CTATC, Brasília.
- ARAÚJO, R. Da COSTA. 2001. Produção, qualidade de frutos e teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica. 103 p. Tesis Dr en Fitotecnia. Universidad Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.
- BAVAPPA, K.V.A., KAILASAM, C., KHADER, K.B.A. 1986. Coconut and arecanut based high density multispecies cropping systems. Journal of Plantation Crops [Kerala, India]. 14(2): 74-87.

- BENEDETTI, S., SAAVEDRA, J. 2005. Guía práctica para el establecimiento, manejo y cuidados de plantaciones de castaño. Instituto Forestal (INFOR); Gobierno de Chile. Chile. 8 p.
- CASTILLO, G., BEER, J.W. 1983. Utilización del bosque y de sistemas agroforestales en la región de Gardi, Kuna Yala (San Blas, Panamá). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 90 p.
- COLLI, F., HERNANDEZ, V. 1990. Origen y distribución del amarillamiento letal. La problemática del amarillamiento letal del cocotero en México. Yucatán, México.
- COMISIÓN NACIONAL DE FRUTICULTURA (CONAFRUT). 1997. El cultivo del cocotero. Aspectos de la producción, manejo en post cosecha y comercialización. editorial hispano americana. 120 p.
- CORNER, E.J.H. 1966. The natural history of palms. Berkeley, CA: University of California Press. 393 p.
- CORTÁZAR, M. 2011. Paquete tecnológico cocotero alto del pacífico, establecimiento y mantenimiento. Quintana Roo, México. 14 p.
- DEVLIN, R. 1975. Fisiología Vegetal. Barcelona, España. 135 – 138 p.
- DOMINGUEZ, E.; LÓPEZ, J.; CASTILLO, R.; RUÍZ, P. 1999. El Cocotero (*Cocus nucifera* L.) Manual para la producción en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Tabasco, México. 132 p.

- DONAHUE, L., MILLER, R., SHICKLUNA, J. 1982. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Editorial Prentice/Hall Internacional. Cali, Colombia. 300 p.
- FERREIRA NETO, M. 2005. Doses de N e K aplicadas via fertirrigação na cultura do coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.) anão. 2005. 119 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FERREIRA, S., WARWICK, N., SIQUEIRA, L. 1998. A Cultura do Coqueiro no Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Tabuleiros Costeiros. Brasília, Brasil.
- FIGUEROA, J.C., TOTTI, L., LUGO, A.E., WOODBURY, R.O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
- FLORES, L., GUERRA, J., OLIVERA, P. 1996. Boletín técnico; Manejo de viveros y plantaciones forestales. Universidad nacional Agraria de la Selva; Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 54 p.
- GIBBONS, M. 1996. Palmeras. Guía de estudio e identificación. Ediciones Omega. Barcelona, España. 80 p.

- GONZÁLEZ, L., ORTÍZ, C., SANDOVAL, E., OLIVEIRA, S., DOMÍNGUEZ, C., ÁVILA, L., PALACIOS, A., COUTIÑO, M. 1999. Tecnología para la Producción de Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en México. INIFAP. Libro Técnico No. 4. Veracruz, México. 177p.
- GOODING, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
- GRANADOS, D., LOPEZ, G. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en Mexico. Revista Chapingo. Mexico.
- GRUEZO, W.S., HARRIES, H.C. 1984. Selfsown, wild-type coconuts in the Philippines. Biotropica. 16(2): 140-147.
- GUERRERO, A. 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Bilbao, España. 206 p.
- HAAS, A., WILSON, L. 1985. Coconut wood. Processing and use. FAO For. Pap. 57. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 58 p.
- HARRIES, H. 1997. La región del Cabo Verde 1499 a 1549. La clave de la cultura de coco en el Hemisferio Occidental. Turrialba, Costa Rica.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. 2007. Metodología de la investigación. 4 ed. México, Mc Graw Hill Interamericana. 850 p.
- HOLDRIDGE, L. 1993. Guía Explicativa del mapa Ecológico del Perú. Cap. 1, Clasificación de las zonas de vida del mundo. Lima, Perú. 14 p.

- HUERTAS, V. 2005. Fertilización de suelos. Caritas Huacho. Huacho, Perú.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Por Antonio Carrillo. Ed. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cooperación Técnica. Eschborn, República federal de Alemania. 335 p.
- LAWRENCE, K. 1982. Tropical tree crops. Chichester, UK: John Wiley and Sons. 312 p.
- LIZANO, M. 2003. Guía Técnica Del Cultivo De Coco. Programa Nacional De Frutas de El Salvador. El Salvador.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., DE OLIVEIRA, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas. Potafos, Piracicaba. 319 p.
- MATIAS, S., AQUINO B., FREITAS, J., CAMACHO, J. 2006. Efecto de la fertirrigación con N Y K en el crecimiento de la palma de coco enano verde de jiqui. BIOAGRO 20(3): 177-183. 2008.
- MESKIMEN, G. 1971. Fertilizers tablets stimulate *Eucalyptus camaldulensis* Denh in Florida Trial. USDA Forest Service Research. Note SE-162. 8 p.
- MONTERO, G., CISNEROS, O., CAÑELLAS, I. 2003. Manual de selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. INIA. Mundi-Prensa. Madrid, España. 284 p.

- OLLAGNIER, M., WAHYUNI, M. 1984. Mineral nutrition and fertilization of the Malayan Dwarf x west African Tall (PB-121-MAWA) hybrid coconut. *Oléagineux* 39, 8–9.
- OLSON, R.A., HALSTEAD, E.H. 2000. El problema de los abonos nitrogenados. pp 26 – 29.
- PÉREZ, O. 2003. Fertilización nitrogenada y potásica del cocotero en Colima. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. 21 (3): 401 – 408.
- RUBILAR, R., FOX, T., ALLEN, L., ALBAUGH, T., CARLSON, C. 2008. Manejo intensivo al establecimiento de plantaciones forestales de *Pinus* sp. Y *Eucalyptus* sp. En Chile y Argentina. *Informaciones agronómicas del cono sur # 40*. Instituto internacional de nutrición de plantas (IPNI). Acassuso, Argentina. 6 p.
- RUBILAR, R., FOX, T., ALLEN, L., ALBAUGH, T., CARLSON, C. 2008. Manejo intensivo al establecimiento de plantaciones forestales de *Pinus* sp. Y *Eucalyptus* sp. En Chile y Argentina. *Informaciones agronómicas del cono sur # 40*. Instituto internacional de nutrición de plantas (IPNI). Acassuso, Argentina. 6 p.
- SELGA, M. 1931. Father Francisco Ignacia Alzino, S.J.: an agricultural observer of the seventeenth century. *Philippine Agriculture*. 20: 367-369.
- SOBRAL, L.F. 1997. Nutrição e adubação do coqueiro. En: Ferreira, J.M.S., D.R.N. Warwick y L.A. Siqueira (eds.). *A Cultura do coqueiro no Brasil*.

pp. 129-154. 2 ed., ver. ampl. Embrapa-SPI, Brasília y Embrapa-CPATC, Aracaju.

TROUP, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.

UHART, S. 1995. Efecto de la disponibilidad de nitrógeno y carbono sobre la determinación del número de granos y del rendimiento en maíz. Tesis DR. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina.

UHART, S., ECHEVERRÍA, E. 2000. El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada y fosforada. Buenos Aires, Argentina.

WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América Tropical; Manual de agricultura. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE); Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Washington, DC., Estados Unidos. 563 p.

ZAKRA, A.N., POMIER, M., TAFFIN, G. 1986. Initial results of an intercropping experiment of coconut with food crops in the Middle Cote d'Ivoire. *Oleagineux*. 41(8/9): 381-389.

ZAVALA, W. 2002. Guía de prácticas de Edafología. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 11 p.

ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza y pruebas Duncan de las variables evaluadas

Cuadro 11. Análisis de varianza en la primera evaluación de altura total para la parcela de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.690	0.345	3.751	0.033
Tratamiento	4	0.478	0.119	1.297	0.288
Error	38	3.498	0.092		
Total	44	4.666	0.557		

Significancia menor a 0.05, indica diferencia estadística significativa.

Cuadro 12. Prueba Duncan en la primera evaluación de altura total para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	1.26	a
2	1	1.20	a
3	2	1.09	a
4	4	1.05	a
5	3	0.97	a

Cuadro 13. Análisis de varianza en la segunda evaluación de altura total para la parcela de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.764	0.382	4.018	0.026
Tratamiento	4	0.445	0.111	1.169	0.340
Error	38	3.612	0.095		
Total	44	4.820	0.588		

Significancia menor a 0.05, indica diferencia estadística significativa.

Cuadro 14. Prueba Duncan en la segunda evaluación de altura total para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	1.29	a
2	1	1.24	a
3	2	1.14	a
4	4	1.11	a
5	3	1.01	a

Cuadro 15. Análisis de varianza en la tercera evaluación de altura total para la parcela de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
BLQUE	2	1.430	0.715	9.438	0.001
Tratamiento	4	0.573	0.143	1.891	0.132
Error	38	2.879	0.076		
Total	44	4.883	0.934		

Significancia menor a 0.05, indica diferencia estadística significativa.

Cuadro 16. Prueba Duncan en la tercera evaluación de altura total para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	1	1.48	a
2	5	1.47	a
3	2	1.37	ba
4	4	1.29	ba
5	3	1.18	b

Cuadro 17. Análisis de varianza en la cuarta evaluación de altura total para la parcela de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.867	0.433	6.905	0.003
Tratamiento	4	0.282	0.071	1.124	0.360
Error	38	2.385	0.063		
Total	44	3.534	0.567		

Significancia menor a 0.05, indica diferencia estadística significativa.

Cuadro 18. Prueba Duncan en la cuarta evaluación de altura total para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	1.70	a
2	4	1.65	a
3	2	1.63	a
4	1	1.57	a
5	3	1.47	a

Cuadro 19. Análisis de varianza en la primera evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.185	0.093	1.273	0.292
Tratamiento	4	0.085	0.021	0.291	0.882
Error	38	2.767	0.073		
Total	44	3.037	0.187		

Cuadro 20. Prueba Duncan en la primera evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	1.01	a
2	1	0.98	a
3	4	0.95	a
4	2	0.92	a
5	3	0.89	a

Cuadro 21. Análisis de varianza en la segunda evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.194	0.097	1.352	0.271
Tratamiento	4	0.079	0.020	0.275	0.893
Error	38	2.727	0.072		
Total	44	3.000	0.189		

Cuadro 22. Prueba Duncan en la segunda evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	1.05	a
2	1	1.02	a
3	4	0.99	a
4	2	0.99	a
5	3	0.93	a

Cuadro 23. Análisis de varianza en la tercera evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.888	0.444	6.841	0.003
Tratamiento	4	0.230	0.057	0.885	0.482
Error	38	2.467	0.065		
Total	44	3.585	0.566		

Cuadro 24. Prueba Duncan en la tercera evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	1.35	a
2	2	1.28	a
3	4	1.24	a
4	1	1.24	a
5	3	1.13	a

Cuadro 25. Análisis de varianza en la cuarta evaluación de diámetro de copa en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.827	0.413	11.551	0.000
Tratamiento	4	0.093	0.023	0.651	0.630
Error	38	1.360	0.036		
Total	44	2.280	0.472		

Cuadro 26. Prueba Duncan en la cuarta evaluación de diámetro de copa para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	2	1.60	a
2	4	1.59	a
3	1	1.55	a
4	5	1.52	a
5	3	1.47	a

Cuadro 27. Análisis de varianza en la primera evaluación del número de hojas en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	26.711	13.356	33.684	<.0001
Tratamiento	4	3.200	0.800	2.018	0.112
Error	38	15.067	0.396		
Total	44	44.978	14.552		

Cuadro 28. Prueba Duncan en la primera evaluación del número de hojas para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	4.22	a
2	2	4.22	a
3	1	4.11	ba
4	4	3.78	ba
5	3	3.56	b

Cuadro 29. Análisis de varianza en la segunda evaluación del número de hojas en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	8.533	4.267	7.879	0.001
Tratamiento	4	2.089	0.522	0.964	0.438
Error	38	20.578	0.542		
Total	44	31.200	5.330		

Cuadro 30. Prueba Duncan en la segunda evaluación del número de hojas para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	1	5.67	a
2	5	5.67	a
3	2	5.56	a
4	4	5.33	a
5	3	5.11	a

Cuadro 31. Análisis de varianza en la tercera evaluación del número de hojas en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	8.711	4.356	6.166	0.005
Tratamiento	4	10.756	2.689	3.806	0.011
Error	38	26.844	0.706		
Total	44	46.311	7.751		

Cuadro 32. Prueba Duncan en la tercera evaluación del número de hojas para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	9.56	a
2	4	8.67	b
3	3	8.56	b
4	2	8.22	b
5	1	8.22	b

Cuadro 33. Análisis de varianza en la cuarta evaluación del número de hojas en plantas de coco.

FV	GL	SC	CM	F-valor	Significancia
Bloque	2	0.933	0.467	0.860	0.431
Tratamiento	4	13.644	3.411	6.286	0.001
Error	38	20.622	0.543		
Total	44	35.200	4.420		

Cuadro 34. Prueba Duncan en la cuarta evaluación del número de hojas para las plantas de coco.

OM	Tratamiento	Promedio	Significancia
1	5	9.78	a
2	4	9.78	a
3	1	9.22	ba
4	3	8.89	bc
5	2	8.33	c

Anexo 2. Panel fotográfico.



Figura 15. Limpieza general del área.



Figura 16. Muestreo inicial de suelos.



Figura 17. Plateado de plantas de coco.



Figura 18. Evaluación del diámetro de copa.

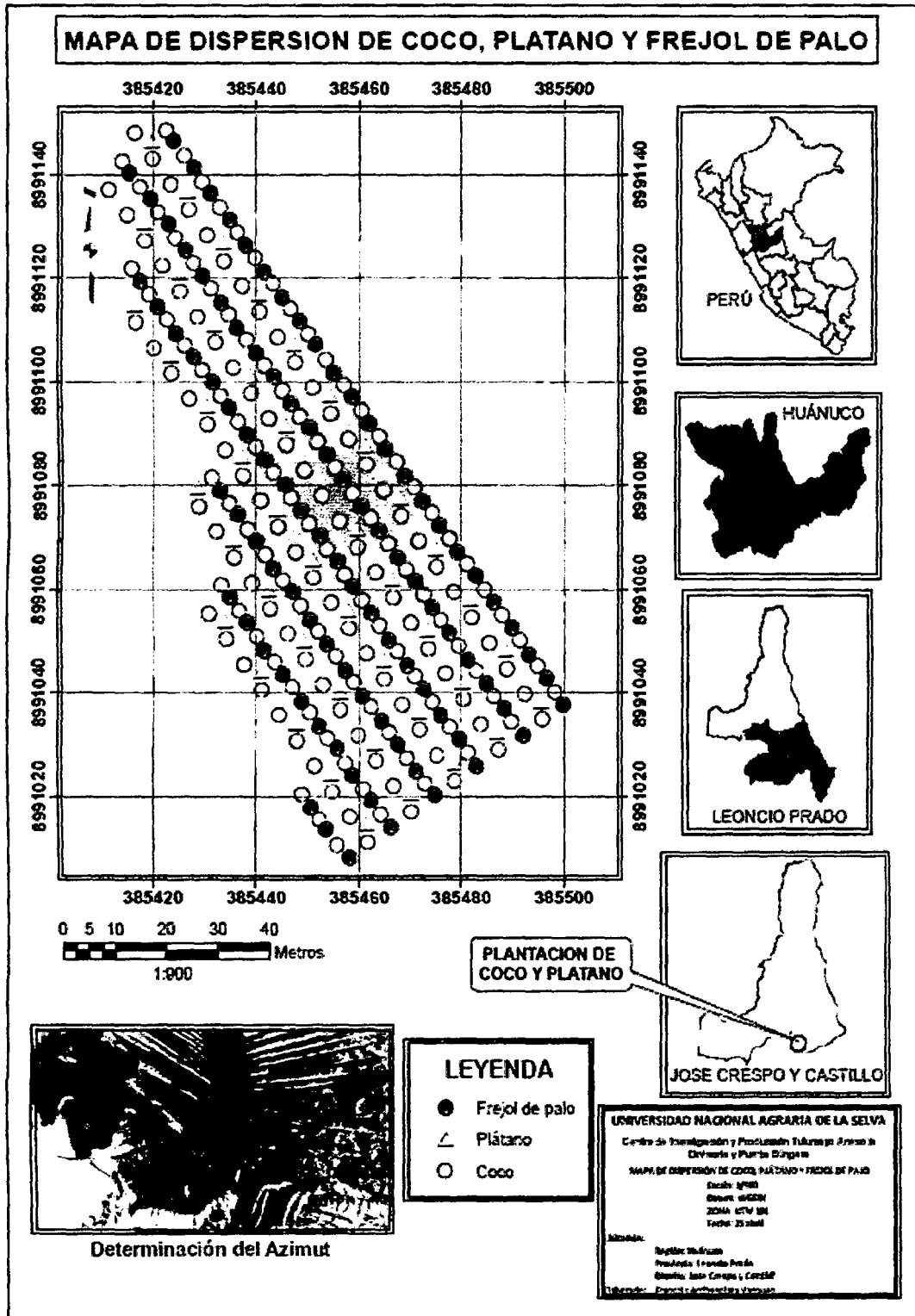


Figura 19. Mapa de dispersión de la parcela de investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com

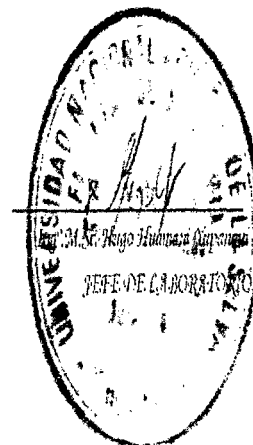
ANALISIS DE SUELOS

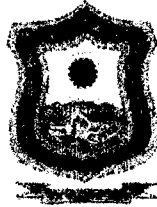
DATOS DE LA MUESTRA			pH	M.O.	N	P	K ₂ O
COD. LAB.	PROCEDENCIA	SOLICITANTE	1:1	%	%	ppm	kg/ha
M1450	TULUMAYO	ARRIBASPLATA VASQUEZ OSCAR FRANCOIS	6.64	2.82	0.13	11.28	153.71
M1451	TULUMAYO	ARRIBASPLATA VASQUEZ OSCAR FRANCOIS	4.84	3.45	0.16	11.63	224.15

Fecha: 23 de Setiembre 2011

Recibo N° 268759

Muestreado por: El solicitante





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisi-desuelosunjas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

PROPIETARIO: ARRIBASPLATA VASQUEZ OSCAR F

PROCEDENCIA: TULUMAYO

Cod. Lab	ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICa	%	%	%	
	Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					
	%	%	%								1:1	%	ppm	kg/ha	Bas.Camb	Ac.Camb.					Sat. Al
T5	M 2629	25.68	33.04	41.28	Franco Arcillo Limoso	6.64	2.82	0.13	11.28	153.71	14.10	11.19	2.42	0.40	0.03	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
T1	M 2630	17.68	37.04	45.28	Franco Arcillo Limoso	5.12	1.60	0.07	25.84	255.47	---	10.81	2.25	0.00	0.00	0.54	0.30	13.99	93.32	6.68	4.56
T2	M 2631	29.68	31.04	39.28	Franco Arcilloso	5.17	2.56	0.12	48.65	166.96	---	11.22	3.18	0.00	0.00	0.43	0.34	15.16	94.95	5.05	2.80
T3	M 2632	23.68	27.04	49.28	Franco Arcillo Limoso	5.94	0.64	0.03	34.40	192.93	11.43	8.99	2.05	0.37	0.02	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
T4	M 2633	23.68	29.04	47.28	Franco Arcillo Limoso	6.44	3.20	0.14	33.39	203.36	16.26	13.13	2.65	0.43	0.05	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00

Fecha: Martes, 20 de Septiembre de 2011

Recibo Nº: 0513836

Muestreado por: El solicitante

Ing. M.Sc. Hugo Huacari Tapayari
JEFE DE LABORATORIO