

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN BOSQUES Y GESTIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**



**“CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES
EXPERIMENTALES DE *Mauritia flexuosa* “AGUAJE” EN TINGO
MARÍA, PERÚ”**

Presentada por:

BRAYAN ANDRÉ CALDAS DE LA CRUZ

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN
BOSQUES Y GESTIÓN DE RECURSOS FORESTALES**

Lima - Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN BOSQUES Y GESTIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**

**“CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES
EXPERIMENTALES DE *Mauritia flexuosa* “AGUAJE” EN TINGO
MARÍA, PERÚ”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE

Presentada por:

BRAYAN ANDRÉ CALDAS DE LA CRUZ

M.Sc. Víctor Barrena Arroyo
PRESIDENTE

PhD. Carlos Reynel Rodríguez
PATROCINADOR

Dr. José Luis Marcelo Peña
MIEMBRO

M.Sc. Ymber Flores Bendezú
MIEMBRO

Dedicatoria

- A DIOS, por su infinito amor, bendición y por brindarme la salud y la vida.

- A mis queridos padres con mucho amor, respeto y agradecimiento por su confianza depositada en mí para poder cumplir este anhelo en mi formación profesional.

Agradecimientos

- Al Ph.D. Carlos Reynel Rodríguez, asesor de la presente tesis, por sus valiosas enseñanzas, confianza y amistad brindada, mi gratitud eterna.
- Al Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, docente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme las facilidades para poder ejecutar esta presente tesis.
- Al Mg. Felipe de Mendiburu Delgado, por su apoyo en el análisis de los datos de la presente tesis, un gran amigo.
- Al Comité Consejero por cada una de sus precisiones para la mejora de la tesis.
- A Seny Villasis Vargas, por su amor incondicional y confianza dada para lograr esta meta.
- A Eder Ramos García, por su amistad brindada y su gran apoyo en la parte administrativa.
- Al Ing. Jhony Flores Mendoza, un gran amigo y colega desde el pre grado.
- A los colegas con quienes compartí clases de la maestría de bosques, en especial a mis amigos de la promoción de ingreso 2017.
- A la Universidad Nacional Agraria La Molina, a los docentes y trabajadores por sus aportes.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Clasificación taxonómica del aguaje (<i>Mauritia flexuosa</i> L.f)	3
2.2. Características del aguaje (<i>Mauritia flexuosa</i> L.f).....	3
2.2.1. Estípite.....	3
2.2.2. Hojas.....	4
2.2.3. Balance de sexo	4
2.2. Plantaciones de aguaje	5
2.3. Producción de frutos de <i>Mauritia flexuosa</i>	7
2.4. Fertilidad del suelo.....	9
2.4.1. Indicadores físicos.....	9
2.4.2. Indicadores químicos.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Ámbito de estudio	16
3.1.2. Clima	17
3.2. Materiales y Equipos	18
3.3. Metodología	18
3.3.1 Fase de planificación	18
3.3.2. Fase de campo	19
3.3.3. Fase de procesamiento	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Permiso	25
4.2. Historia de las plantaciones de aguaje	25
4.3. Mapas	26
4.4. Caracterización de las plantaciones	29
4.4.1. Altura total de la planta	29
4.4.2. Altura de inserción de racimos	30
4.4.3. Diámetro de estípite	31
4.4.4. Presencia de estípite	32

4.4.5. Número de hojas.....	33
4.4.6. Balance de sexos	34
4.4.7. Desarrollo y Productividad.....	36
4.4.8. Relación entre individuos.....	37
4.5. De la producción en las plantaciones.....	37
4.5.1. Producción de las plantaciones	37
4.6. Fertilidad del suelo.....	40
4.6.1. Indicadores físicos del suelo en las plantaciones experimentales	40
4.6.2. Indicadores químicos del suelo de las plantaciones experimentales.....	42
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
VIII. ANEXOS	56

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Relación clase textural y porosidad	10
Tabla 2. Clasificación del pH	11
Tabla 3. Conductividad eléctrica	12
Tabla 4. Valores de la Capacidad de Intercambio Catiónico	12
Tabla 5. Tabla de interpretación de la materia orgánica.....	13
Tabla 6. Tabla de interpretación del Fosforo disponible	14
Tabla 7. Tabla de interpretación del Potasio disponible.....	14
Tabla 8. Niveles críticos de cationes intercambiables.....	15
Tabla 9. Métodos seguidos en el análisis de suelo	23
Tabla 10. Resumen descriptivo para la altura total en las tres plantaciones de aguaje ..	30
Tabla 11. Resumen descriptivo para la altura de inserción de racimos de las tres plantaciones de aguaje	31
Tabla 12. Resumen descriptivo para el diámetro del estúpite en las tres plantaciones ...	32
Tabla 13. Resumen descriptivo para el número de hojas en las tres plantaciones	34
Tabla 14. Estimación de la producción de las tres plantaciones	39

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de ubicación de las plantaciones en el CIPTALD.....	16
Figura 2. Precipitación en la zona de estudio	17
Figura 3. Temperatura en la zona de estudio.....	17
Figura 4. Humedad relativa en la zona de estudio.....	18
Figura 5. Muestreo de los suelos de las plantaciones	21
Figura 6. A. Sub muestras de suelo; B. Medición de la altura de inserción de racimos; C. Evaluación del número de racimos de frutos; D. Evaluación del número de hojas; E. Medición del diámetro del estípite; E. Estimación del número de frutos por racimo. ...	24
Figura 7. Mapa de dispersión de la plantación 1	26
Figura 8. Mapa de dispersión de la plantación 2.	27
Figura 9. Mapa de dispersión de la plantación 3	28
Figura 10. Presencia de estípite en las tres plantaciones de aguaje.....	33
Figura 12. Balance de sexo en las plantaciones de aguaje	35
Figura 13. Análisis de componentes principales y análisis de agrupamiento	36
Figura 14. Relación entre palmas	37

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Aceptación de la ejecución de la tesis.....	56
Anexo 2. Constancia de ejecución de la tesis.....	57
Anexo 3. Análisis de suelo variables físicas y químicas	58
Anexo 4. Análisis del color del suelo	59
Anexo 5. Datos meteorológicos.....	60
Anexo 6. Ganado lechero comiendo los frutos de aguaje en la plantación 3	61
Anexo 7. Planta de aguaje en producción	61
Anexo 8. Altura de inserción de racimo	62
Anexo 9. Plantación de aguaje	62

CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES DE *MAURITIA FLEXUOSA* “AGUAJE” EN TINGO MARÍA, PERÚ

RESUMEN

Los aguajales juegan un papel importante en el ecosistema y a la vez dan soporte económico a las poblaciones humanas, en la actualidad los métodos de cosecha han ocasionado la desaparición de plantas femeninas en poblaciones naturales, por lo que una alternativa a esta problemática sería iniciar con plantaciones de aguaje. La información acerca de plantaciones de aguaje en el país, aún es escasa, por lo que el estudio contribuirá a iniciar el manejo de esta especie. La investigación se realizó en tres plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa* “aguaje” de 11 años de edad, ubicado en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo, distrito de Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, a una altitud de 612 m.s.n.m. Los objetivos fueron caracterizar las plantaciones experimentales, estimar la producción de frutos en las plantaciones experimentales y determinar la fertilidad del suelo de las plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa*. Los resultados de los suelos de las plantaciones en estudio, nos permiten indicar que los suelos tienen una fertilidad media, lo que posibilita trabajar con esta especie en suelos de la selva peruana, respecto al crecimiento de las plantas, existe una predominancia de plantas femeninas sobre las masculinas, la altura promedio estuvo en un rango de 9,5 m a 11 m, el número de hojas en promedio para las tres plantaciones estuvo en 13 a 16 hojas, referente al estípite, el diámetro en promedio estuvo en un rango de 54 a 56 cm, la producción de frutos se da más en plantas con estípite ya definido. El número promedio de racimos por planta oscilo entre 3,7 a 4,6, con una producción estimada de 2,52, 5,375 y 3,650 t/plantación respectivamente.

Palabras claves: *Mauritia flexuosa* L.f, aguaje, caracterización, productividad de frutos, fertilidad de suelos.

CHARACTERIZATION OF EXPERIMENTAL PLANTATIONS OF *MAURITIA FLEXUOSA* “AGUAJE” IN TINGO MARÍA, PERÚ

ABSTRACT

The aguajales play an important role in the ecosystem at the same time gives financial support to the human populations, nowadays the harvest methods have been causing disappearance of female plants in natural populations, so an alternative to this problem it would start with aguaje plantations. The information about the plantations of aguaje in the country, it is still scarce, so the study will contribute to start the management of this species. The research was carried out in three experimental plantations of *Mauritia flexuosa* “aguaje” of 11 years old, located in the Center of Investigation and Production Tulumayo, district Pueblo Nuevo, province Leoncio Prado, region Huanuco, at an altitude of 612 m.s.n.m. The objectives were characterize the experimental plantations, estimate the production of fruits in the experimental plantations and determine the soil fertility of experimental plantations of *Mauritia flexuosa*. The results of the soils of the plantations under study, allow us indicate that the soils have a medium fertility, which allows working with this species in the soils of the Peruvian jungle, regarding the growth of the plants, there is a predominance female plants over male, the average height was in a range of 9,5 m to 11 m, the number of leaves on average for the three plantations was in 13 to 16 leaves, reference to the stipe, the diameter in average was in a range of 54 to 56 cm, the production of fruits occurs more in plants with stipe already defined. The average number of bunches per plant ranged from 3,7 to 4,6, with an estimated production of 2,52, 5,375 and 3,650 t / plantation respectively.

Key words: *Mauritia flexuosa* L.f, aguaje, characterization, fruit productivity, soil fertility.

I. INTRODUCCIÓN

Mauritia flexuosa crece naturalmente en zonas pantanosas de suelos mal drenados inundados (Henderson 1995; Delgado y Couturier 2003; Gonzales y Torres 2010). Es una palma dioica (Galeano 1991; Storti 1993; Endress *et al.* 2013). Se calcula que existen en el Perú más de cinco millones de hectáreas de aguajales (BIODAMAZ 2004; Del Castillo *et al.* 2006), posee roles ecológicos y alimenticios para la vida silvestre (Beck 2006; Holm *et al.* 2008; van der Hoek *et al.* 2019) y a su vez aportan beneficios económicos y culturales a las comunidades humanas locales (Padoch 1988; Galeano *et al.* 2015).

La cosecha de los frutos ha provocado la desaparición de los individuos femeninos en las poblaciones naturales accesibles de aguaje, debido que en su mayoría se cosechan con métodos destructivos afectando a estas poblaciones (Del Castillo *et al.* 2006; Castaño *et al.* 2007; Delgado *et al.* 2007; Bernal *et al.* 2011; Horn *et al.* 2012; Isaza 2015), este tipo de cosecha puede afectar una los procesos ecológicos, las interacciones o la disponibilidad de otros recursos forestales (Endress *et al.* 2013). Se sugiere aprender de los errores y aciertos ocurridos en la ciudad peruana de Iquitos, donde se ha implementado técnicas de ascenso a las palmas y otras prácticas de manejo, incluyendo la promoción de la especie en cultivo y en sistemas agroforestales (Isaza *et al.* 2013).

Existen números estudios acerca de la producción de frutos de *Mauritia flexuosa* en poblaciones naturales entre las variables estudiadas están el promedio de frutos por racimo, el peso en promedio por racimo, la producción estimada de frutos (Urrego 1987; Da Silva 2009; Barbosa *et al.* 2010; Isaza *et al.* 2013; Khorsand Rosa 2013), otros en las hojas y la fibra (Sampaio *et al.* 2008; Isaza *et al.* 2013), pero muy pocos estudios en plantaciones de *Mauritia flexuosa* en el Perú, se pueden mencionar estudios realizados en Iquitos (Delgado *et al.* 2007, Rodríguez 2008) y Tingo María (Vargas *et al.* 2013, Flores 2016).

La venta de los frutos amazónicos, es el principal producto forestal no maderable (PFNM), en la ciudad de Tingo María, entre los más importantes el aguaje. En la actualidad existen pocos proyectos que involucren el manejo de especies forestales no maderables, por tal motivo esta investigación pretende proporcionar información de plantaciones de aguaje en etapa de producción, con la posibilidad de que pueda ser replicado en otras localidades del país.

En ese contexto la investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo Principal:

- Mejorar el conocimiento de la situación actual de las plantaciones de productos forestales no maderables de Tingo María.

Objetivos específicos:

- Caracterizar las plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa*.
- Estimar la producción de frutos de *Mauritia flexuosa* en las plantaciones experimentales
- Determinar la fertilidad del suelo de las plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f)

Navarro (2006), describe la taxonomía de esta especie de la siguiente manera:

Reino: Vegetal, división: Fanerógamas, clase: Monocotiledónea, subclase: Liliopsida, orden: Arecales, familia: Arecaceae, sub familia: Calamaoideae, tribu: Lepidocaryeae, género: *Mauritia*, especie: *flexuosa*

2.2. Características del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f)

2.2.1. Estípite

Tallo solitario, cilíndrico, recto, inerme, anillado, hasta 25 m de altura y 60 cm de diámetro (Salazar 1967).

El tallo es cilíndrico con hasta 50 cm de diámetro y está constituido por un material fibroso duro (Villachica 1996).

Reynel *et al.* (2003), indican que posee tallo único, de hasta 50 cm de diámetro y 25 m de altura, la base del tallo con una masa congestionada de raíces y neumatóforos.

Galeano (1991), menciona que el tallo es columnar y puede alcanzar los 35 m de alto, pero normalmente no sobrepasa los 20 m de alto y 30-40 cm de diámetro. Isaza (2013) menciona que posee un estípite de 30 a 50 cm de diámetro.

Delgado *et al.* (2007) mencionan que posee un estípite de 50 cm de diámetro. El estípite se corta para la confección de puentes flotantes en las vegetaciones inundadas y una vez

derribada la palmera, larvas de coleópteros (*Rhynchophorus palmarum*) se desarrollan en el estípite, cuyo nombre es suri (Kahn *et al.* 1993).

2.2.2. Hojas

La corona de hojas se presentan en número de 10 a 20 por planta, con pecíolo cilíndrico y largo, la disposición de las hojas le confiere la forma de una corona esférica, con las hojas muertas colgando por un periodo considerable antes de desprenderse (Villachica 1996). Las hojas palmadas en número variable entre 20 y 30 (Salazar 1967).

Galeano (1991) menciona que la corona es casi esférica, formada por 11- 14 hojas, la vaina crece hasta 2 m de largo y no es notoriamente fibrosa en las márgenes; el limbo es costado-palmeado, la costa mide poco más de 1 m de largo y es recurvada, en total todo el limbo cerca de 2,5 m de largo y 4,5 m de ancho, profundamente dividido en cerca de 200 segmentos.

Corona esférica con 8 a 15 hojas enormes, costalpalmeadas, con las hojas viejas persistentes, vaina con pocas fibras, pecíolo de 2 a 4 m de largo, lámina de 2,5 a 3 m de largo, 4,5 m de ancho, dividida casi hasta la base en 120 – 230 segmentos dispuestos en diferentes planos, la hoja ondulada y a veces con espinas cortas en la vena principal. (Isaza 2013).

Reynel *et al.* (2003), mencionan que la copa está conformada por 8 – 20 hojas, hojas compuestas flabeladas. Son 8 a 25 hojas por planta son de tipo costapalmada. Miden hasta 5,83 m de largo, y cada hoja tiene 120 a 236 segmentos. El pecíolo mide de (1,6 a 4) m de largo (Delgado *et al.* 2007).

2.2.3. Balance de sexo

Urrego (1987) encontró en Araracuara (Colombia), una relación ente machos y hembras una relación cercana a uno, teniendo 140 plantas masculinas y 132 plantas femeninas.

Por su parte Villachica (1996) menciona que la proporción de plantas masculinas y femeninas es similar, pero, es alterada por la práctica que existe de cortar las plantas femeninas para cosechar los frutos.

CEDIA, citado por Manzi y Commes (2009), indica que realizó un inventario forestal participativo. Se encontró una media de 90 plantas de aguaje/ha dentro de un área inventariada de 6 ha de aguajal, de las cuales 52 por ciento fueron improductivo (machos), el 32 por ciento fue de sexo indeterminado y solo 16 por ciento eran individuos productivos (femenino).

Isaza *et al.* (2013), manifiestan que en San Martín de Amacayacu (Colombia), la proporción de machos a hembras en la población fue cercana a 2:1, encontrándose 74 plantas adultas, de las cuales 28 fueron femeninas.

Khorsand Rosa (2013), menciona que en Roraima (Brasil), las proporciones de sexos fueron mayores de plantas femeninas, y 98 por ciento de las hembras dan fruto. No se encontró relación significativa entre hábitat y sexo.

Toro (2014), en su estudio en Calderón (Colombia) indica un predominio del 60 por ciento de hembras, en un total de 50 plantas femeninas y 35 plantas masculinas.

2.2. Plantaciones de aguaje

Para el establecimiento de una plantación de aguaje, se debe considerar su carácter dioico. Actualmente, no se tiene forma de determinar el sexo de una planta antes de la primera floración. El distanciamiento de siembra puede ser de siete x siete m o de ocho x ocho m colocando dos plantas distanciadas un metro en cada sitio, a fin de eliminar la planta masculina y dejar la femenina para producción de frutos. La cosecha empieza a los siete a ocho años y dura hasta los 40 a 50 años (Villachica 1996).

Los distanciamientos recomendados en monocultivo son variados. El más frecuente es de ocho x ocho m, y colocando en cada punto de plantación dos plantones espaciadas a 1 m

, con el propósito de eliminar el exceso de plantas masculinas; debe mantenerse en la población un máximo de 20 por ciento de plantas macho (Galeano 1991).

En Perú, hay dos plantaciones privadas, una en la ciudad de Pucallpa, región de Ucayali, otra en la ciudad de Iquitos, región de Loreto; muchas palmas aisladas, o dos a cinco árboles, se encuentran en jardines y pastos. En plantación, la distancia de siembra puede ser de 6,7 m × 6,7 m a 8 m × 8 m (Delgado *et al.* 2007).

Rodríguez (2008) manifiesta que en Puerto Almendras, se establecieron dos hectáreas en las que se distribuyeron dos parcelas de 3 m x 3 m, dos parcelas de 4 m x 4 m, dos parcelas de 5 m x 5 m y dos parcelas de 6 m x 6 m, encontrándose que a los 16 años de edad existe un promedio de altura total de 7 m para toda la plantación variando de 6 a 7 m; la altura parcial promedio es cinco metros; en ambos casos no existe diferencia estadística entre las alturas obtenidas en los cuatro distanciamientos, el ángulo mínimo de inclinación de las hojas varían de tres a cinco grados y el ángulo máximo varía de 25 a 35 grados con promedios de 13 a 15 grados, no existiendo diferencia estadística significativa para los distanciamientos y el número promedio de hojas vivas o verdes varían de cinco a siete en progresión positiva de acuerdo al distanciamiento.

Flores (2016) en su trabajo de investigación en Tingo María manifiesta que el porcentaje de plantas femeninas, masculinas y indefinido en cinco plantaciones de aguaje fueron las siguientes: parcela 01 (plantas femeninas: 21,05 por ciento, plantas masculinas: 3,51 por ciento, plantas no definidas: 75,44 por ciento); parcela 02 (plantas femeninas: 17,76 por ciento, plantas masculinas: 18,42 por ciento, plantas no definidas: 63,82 por ciento); parcela 03 (plantas femeninas: 12,25 por ciento, plantas masculinas: 5,88 por ciento, plantas no definidas 81,86 por ciento); parcela 07 (plantas masculinas: 0,34 por ciento, plantas no definidas: 99,66 por ciento); parcela 8 (plantas no definidas: 100,00 por ciento).

Del mismo modo en Tingo María, Vargas *et al.* (2013) indican que en la plantación establecida en fajas de enriquecimiento bajo dosel de bosque secundario, con distanciamiento de 10 m entre filas y entre plantas, se encontró al quinto año de establecimiento que las plantas han alcanzado en promedio 5,36 m de altura total, un diámetro de copa de 4,47 m, longitud del peciolo 3,34 m y 6,21 cm de diámetro de peciolo.

A los 60 meses de establecida la plantación, los individuos de aguaje presentan alta correlación entre la edad de la plantación y el diámetro de copa, mientras que los descriptores altura de planta, longitud y diámetro de peciolo también presentan una relación directamente proporcional pero con datos más heterogéneos.

2.3. Producción de frutos de *Mauritia flexuosa*

Delgado *et al.* (2003) mencionan que la palma generalmente da frutos entre los 7-8 años de edad, o cuando el tallo alcanza los 6–7 metros de altura y los entrenudos miden a menos 12 cm.

Del Castillo *et al.* (2006) refieren que el aguaje produce en promedio ocho racimos por palmera, y cada racimo produce aproximadamente 725 frutos, por lo que la producción media estimada es de 290 kg por palmera, Delgado *et al.* (2007) mencionan que cada inflorescencia puede producir hasta 900 frutos.

La producción del aguaje varía de acuerdo a la edad de la planta. En la primera fructificación, que ocurre entre los 7 y 9 años después de la siembra, las plantas pueden emitir de dos a cuatro racimos, que generalmente son pequeños y existe bajo cuajado de frutos. Esto va incrementándose a medida que la planta alcanza su edad “comercial”, esto es al tercer o cuarto año de producción. En promedio un solo árbol de aguaje en edad comercial es de 5 racimos. De cada racimo se puede obtener 657 frutos con peso de 30,6 kg de frutos por racimo. Entonces la producción promedio por árbol de aguaje es de 152,8 kg de fruto (Gonzales y Torres 2010)

Urrego (1987) en su estudio en Colombia, menciona que el ciclo fenológico del aguaje es superior a un año, el número promedio por palma es de 4 racimos y 275 por hectárea y el número de frutos por racimo es de 470,36 y el peso promedio por fruto es de 84,95 gr, haciendo la producción estimada de frutos total de 9,07 t/ha.

Triana y Molina (1998), registró que la cantidad de racimos por palma fue de 3,5 racimos, con un peso por racimo de 60 libras de fruta, mientras que Da Silva (2009) estimó una producción de 6,1 t/ha/año en el cerrado brasileño.

Ponce (2002), indica que las palmas femeninas experimentaron una alta producción de frutos, con formación de hasta siete infrutescencias por individuo, como es el caso de un morichal abierto a su vez menciona que pese a que las poblaciones estudiadas de *M. flexuosa* florecen y fructifican todos los años, los patrones individuales no son regulares, es decir, que a nivel de individuo hay asincronía.

Barbosa *et al.* (2010) en Roraima (Brasil), observó un promedio de 415 ± 189 de frutos y $19,4 \pm 6,1$ kg por racimo (infrutescencia).

Isaza *et al.* (2013), en Colombia manifiesta que un mismo individuo puede producir frutos varios años seguidos, producir en años alterno o no producir durante varios años. Un individuo en una temporada de fructificación produjo en promedio 1339 frutos, con un peso total de 71 kg. El número promedio de racimos con fruto por palma fue de 3,26 (rango de 1 a 6 racimos). Con estos datos, la productividad promedio anual se calculó en 1,45 t/ha, proveniente de 19 a 23 palmas por hectárea, y es importante recalcar que las palmas hembras se dejan creciendo y se cosechan usando el método de la rampa, pues según la gente de la comunidad es usual que estas palmas cultivadas fructifiquen a una altura menor (± 5 m) y en un tiempo más corto, entre 10 a 15 años, en comparación con aquellos que crecen en el bosque, que fructifican a mayor altura (± 14 m), después de 30 a 40 años.

Toro (2014) en su estudio en Colombia, en un primer periodo registró 2,7 infrutescencia por planta y para un segundo período 3,4 por planta, obteniendo 1043 frutos por palma y por hectárea un total de 20,865 frutos para el primer período y para un segundo periodo encontró 1921 frutos por palma y por hectárea un total de 76,849 frutos, haciendo una producción estimada para el primer período de 0,6 t/ha/año y para el segundo período 2,6 t/ha/año.

Villachica (1996) menciona que el rendimiento puede ser estimado entre 15 y 25 t/ha/año, Flores (2016) en su estudio en plantaciones de primer año de producción presenta que el rendimiento productivo de las plantas por individuo fueron 232,33 frutos por racimo y 697 frutos por planta y 6970 frutos por parcela equivalente a 6,97 sacos de 50 kg.

2.4. Fertilidad del suelo

El crecimiento de las plantas se suele relacionar más directamente con la disponibilidad de nutrientes en el suelo que con las condiciones físicas, lo que ha llevado a que los aspectos químicos de la fertilidad del suelo hayan sido mucho más ampliamente estudiados (Porta *et al.* 1999).

MINAG (2011) menciona que la fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las planta, en tal sentido, la definición involucra a las características físicas del suelo tales como la textura, estructura, composición, profundidad y otras dependientes de estas como densidad, capacidad retentiva de humedad, aireación, porosidad, color, grado de erosión.

2.4.1. Indicadores físicos

a) Textura del suelo

La textura es aquella propiedad que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm, es decir, la tierra fina, en el suelo; estas partículas, llamadas separados, se agrupan en tres clases, por tamaños: Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar) (Jaramillo 2002).

La textura del suelo actúa en el crecimiento de las plantas por su influencia sobre la aireación, infiltración, capacidad de agua disponible, capacidad de cationes de cambio, permeabilidad, erodabilidad y laborabilidad (Zavaleta 1992).

b) Densidad aparente

La densidad aparente es un parámetro importante para la descripción de la calidad del suelo y la función del ecosistema. Los valores de densidad aparente altos indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida, y cambios indeseables en la función hidrológica como la reducción de la infiltración del agua (Vargas 2009).

El pisoteo excesivo por los animales de pastoreo, el uso de maquinaria pesada de tala, el uso recreativo intenso, o las perturbaciones cuando los suelos están húmedos, aumentará la densidad aparente, sobre todo en los suelos de textura fina. Las arenas compactadas con densidades aparentes superiores a 1,75 o las arcillas con densidades superiores a 1,55, pueden evitar la penetración de las raíces de los árboles, es decir, la densidad del suelo por encima de la cual las raíces no penetran varía con la textura del suelo, y una determinada densidad aparente en los suelos de textura fina limita el crecimiento de las raíces más que la misma densidad en los suelos de textura gruesa (Pritchett 1991).

c) Porosidad

Cuando un suelo es irrigado o soporta una lluvia, el aire es desalojado y el espacio que deja es ocupado por el agua, tan pronto como el agua se percola, evapora o es utilizada por las plantas, el aire nuevamente ocupa el espacio que dejó el agua; por consiguiente, la cantidad relativa de aire y agua contenida en el espacio poroso fluctúa constantemente (Zavaleta 1992).

Tabla 1. Relación clase textural y porosidad

Clase Textural	Densidad Aparente	% Porosidad
Arenoso	1,6 - 1,8	30 – 35
Franco Arenoso	1,4 - 1,6	35 – 40
Franco	1,3 - 1,4	40 – 45
Franco Limoso	1,2 - 1,3	45 – 50
Arcilloso	1,0 - 1,2	50 – 55

Fuente: USDA (1999)

d) Color del suelo

El color de los suelos guarda una estrecha relación con los componentes sólidos (materia orgánica, textura, composición mineralógica, morfología); siendo los metales de transición, principalmente, los que pueden dotar a los suelos esta característica particular (Domínguez *et al.* 2012).

La materia orgánica es uno de los principales componentes que afecta el color dependiendo de la naturaleza y su estado de descomposición, cantidad y distribución en el perfil. La turba es generalmente de un color pardo, el humus es negro o casi negro. En los valles aluviales, las tonalidades de los suelos son debido a una mayor o menos presencia de la materia orgánica y los suelos son de un color gris oscuro o pardo oscuro (Zavaleta 1992).

2.4.2. Indicadores químicos

a) Reacción del suelo

La acidez aparece normalmente en suelos localizados en regiones de alta pluviometría, los cuales están sometidos a un continuo y amplio lavado. Debido a ello, el agua disuelve las bases solubles, que percolan y se pierden por lixiviación en proporciones considerables (Navarro y Navarro 2003).

Tabla 2. Clasificación del pH

pH	Clasificación del suelo
< 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Moderadamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,0	Neutro
7,1 – 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino
> 8,5	Fuertemente alcalino

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes – UNALM

b) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica de un suelo se utiliza para medir el riesgo potencial de daño a una planta debido a las sales en el suelo, y se mide con una mezcla de 1:2 suelo:agua. Esta medida incluye todas las sales solubles, no solo cloruro de sodio (sal común) que es la sal con que la gente está familiarizada. Las lecturas de conductividad eléctrica pueden variar drásticamente de parcela a parcela y a través del tiempo y son afectadas fuertemente por condiciones ambientales (ejemplo: precipitación) (Espinoza *et al.* 2012)

Tabla 3. Conductividad eléctrica

C.E. (dS/m)	Clase de salinidad
0 < 2	No salino
2 < 4	Muy ligeramente salino
4 < 8	Ligeramente salino
8 < 16	Moderadamente salino
≥ 16	Fuertemente salino

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes – UNALM

c) Capacidad de Intercambio Catiónico

La CIC es importante dentro del potencial nutricional del suelo porque almacena nutrientes para las plantas Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , etc., y posteriormente los libera de forma paulatina (Zavaleta 1992).

Los valores de CIC son bajos en los lugares donde los suelos son muy meteorizados y tienen contenidos también bajos de materia orgánica. Los suelos arcillosos con una alta CIC pueden retener una gran cantidad de cationes y prevenir la potencial pérdida por lixiviación (percolación) (INFOPOS 1997).

Tabla 4. Valores de la Capacidad de Intercambio Catiónico

CIC total meq/100 g	Nivel	Observaciones
0 - 10	Muy bajo	Suelo muy pobre, necesita aporte importante de materia orgánica para elevar CIC
10 - 20	Bajo	Suelo pobre necesita aporte de materia orgánica
20 - 35	Medio	Suelo medio
35 - 45	Medio Alto	Suelo rico
> 45	Alto	Suelo muy rico

Fuente: Garrido (1994)

d) Materia orgánica (M.O.)

Las propias plantas son una fuente principal de materia orgánica, y su calidad y cantidad están en función del tipo de vegetación. La presencia de ella se mide en porcentaje, y constituye un almacén de energía y de alimento disponible para las plantas y otros

organismos, así como una fuente de formación de los coloides orgánicos (humus) que se acumulan en el suelo (Jaramillo 2002).

Algunos suelos tienen muy poca materia orgánica. En áreas tropicales, la mayoría de los suelos tienen contenidos bajos de materia orgánica debido a las altas temperaturas y a la abundante precipitación que aceleran el proceso de descomposición. Sin embargo, investigación científica está demostrando que se pueden incrementar los niveles de materia orgánica en estos suelos con un buen manejo, lo cual permite producir mayores rendimientos y más residuos por hectárea. (INFOPOS 1997).

Tabla 5. Tabla de interpretación de la materia orgánica

Clasificación	M.O %
Bajo	< 2,0
Medio	2,0 - 4,0
Alto	> 4, 0

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes – UNALM

e) Fósforo (P)

La disponibilidad de fósforo inorgánico para los árboles depende principalmente de: 1) la acidez del suelo y sus efectos sobre la solubilidad del hierro, el aluminio y el magnesio, que forman precipitados insolubles en suelos muy ácidos; 2) la disponibilidad de calcio, que puede reaccionar con el fósforo para reducir su solubilidad en suelos menos ácidos y; 3) la actividad de microorganismos que controlan el promedio y la cantidad de descomposición de la materia orgánica (Pritchett 1991).

La compactación reduce la aireación y el espacio poroso en la zona radicular. Esto reduce la absorción de P y el crecimiento de la planta. La compactación también reduce el volumen del suelo al cual penetran las raíces de la planta, limitando de esta forma su acceso completo al P del suelo. El hecho de que el P se mueve a distancias muy cortas en la mayoría de los suelos incrementa los problemas ocasionados por un crecimiento radicular restringido y la limitada absorción debido a la compactación (INFOPOS 1997).

Tabla 6. Tabla de interpretación del Fosforo disponible

Clasificación	ppm P
Bajo	< 7,0
Medio	7,0 - 14,0
Alto	> 14,0

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes- UNALM

f) Potasio (K)

El potasio (K) es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K que de N, pero más K que P. En muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de K excede al contenido de N.

Las plantas con deficiencia de K crecen lentamente, tienen un sistema radicular mal desarrollado, los tallos son débiles y el acame es común. Las semillas y los frutos son pequeños y deformes y las plantas tienen una baja resistencia a las enfermedades (INFOPOS 1997).

Tabla 7. Tabla de interpretación del Potasio disponible

Clasificación	ppm K
Bajo	< 100
Medio	100 – 240
Alto	> 240

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes- UNALM

g) Nutrientes esenciales para la planta

Siete de los 16 nutrientes esenciales para la planta se denominan micronutrientes. Ellos son : boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

Los micronutrientes son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios, a pesar de que la planta los requiere solamente en cantidades muy pequeñas.

La ausencia de cualquiera de estos micronutrientes en el suelo puede limitar el crecimiento de la planta, aun cuando todos los demás nutrientes esenciales estén presentes en cantidades adecuadas. La deficiencia de B es probablemente la más general de los micronutrientes. El B está disponible para la planta en un rango de pH entre 5,0 y 7,0 y existe un estrecho rango entre deficiencia y toxicidad (INFOPOS 1997).

Tabla 8. Niveles críticos de cationes intercambiables

Cationes	Rango	Categoría
Calcio intercambiable	≤ 2	Muy bajo
	2,01 - 5,00	Bajo
	5,01 - 9,00	Medio
	9,01 - 15,00	Alto
	$\geq 15,01$	Muy alto
Magnesio intercambiable	$\leq 0,25$	Muy bajo
	0,26 - 0,50	Bajo
	0,51 - 1,00	Medio
	1,01 - 2,00	Alto
	$\geq 2,01$	Muy alto
Potasio intercambiable	$\leq 0,12$	Muy bajo
	0,13 - 0,25	Bajo
	0,26 - 0,51	Medio
	0,52 - 0,64	Alto
	$\geq 0,65$	Muy alto
Sodio intercambiable	$\leq 0,15$	Muy bajo
	0,16 - 0,20	Bajo
	0,21 - 0,30	Medio
	0,31 - 0,40	Alto
	$\geq 0,41$	Muy alto

Fuente: Bernier (2000)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de estudio

Las plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa* “aguaje”, se encuentran en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo (CIPTALD), perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El CIPTALD, abarca una extensión de 470 ha, y se han destinado a las áreas: agrícola, pecuaria y forestal.

Políticamente se encuentra en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco y geográficamente se ubica en la Latitud 09° 07' 36” Sur, Longitud 76° 02' 24” Oeste y a una altitud de 603 msnm (Flores 2016).

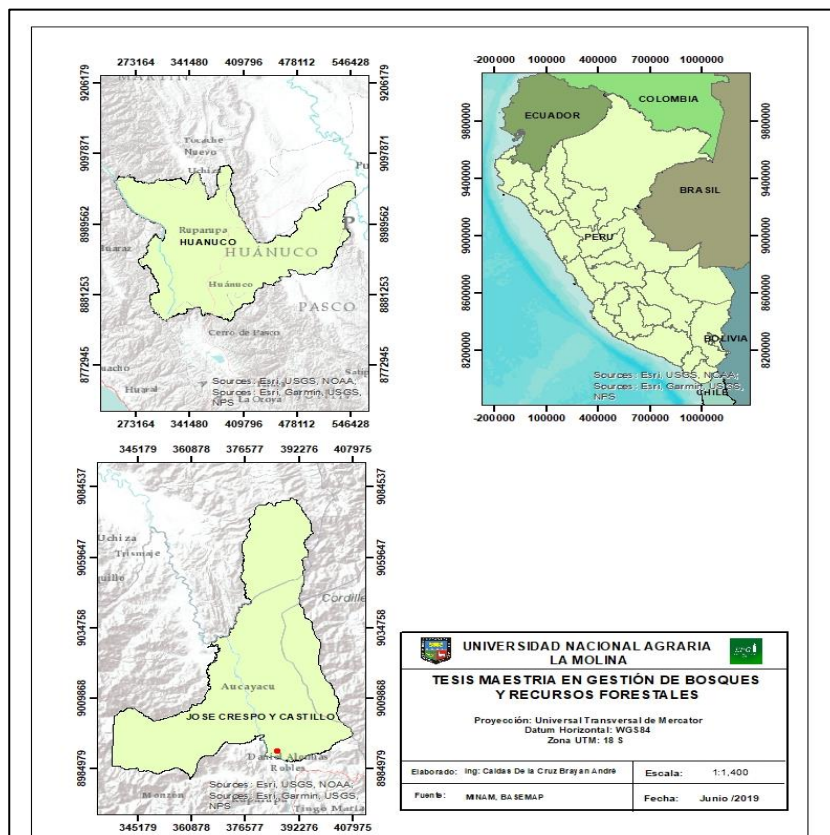


Figura 1. Mapa de ubicación de las plantaciones en el CIPTALD

Fuente: Propia

3.1.2. Clima

La temperatura promedio fue 25,5 °C, los meses de mayor precipitación fueron entre Noviembre, Diciembre y Marzo. La humedad relativa en promedio fue del 84 por ciento.

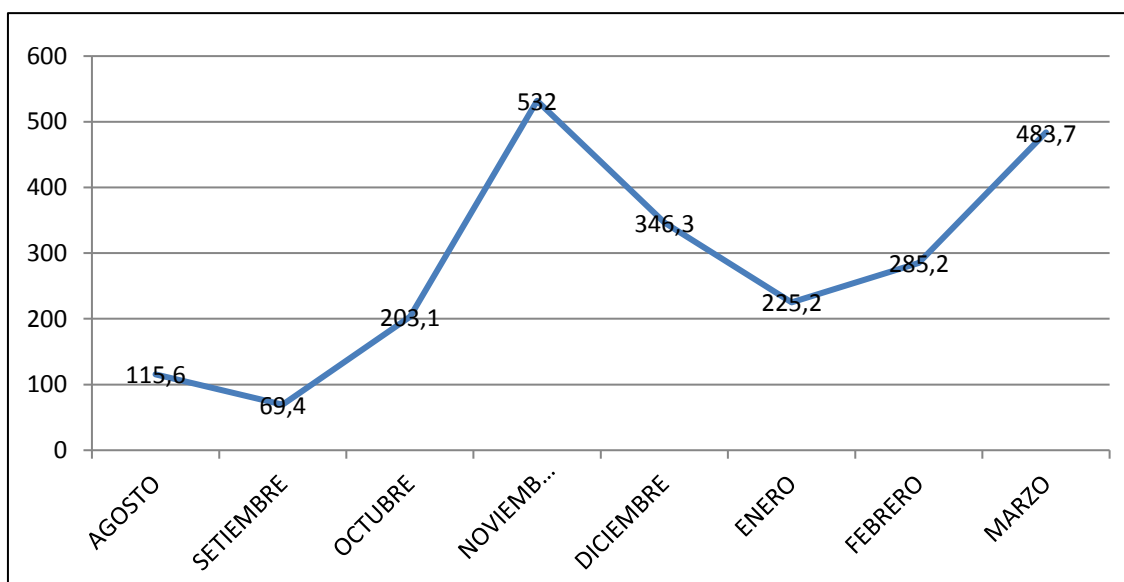


Figura 2. Precipitación en la zona de estudio

Fuente: Gabinete de Climatología y Meteorología – UNAS (2019)

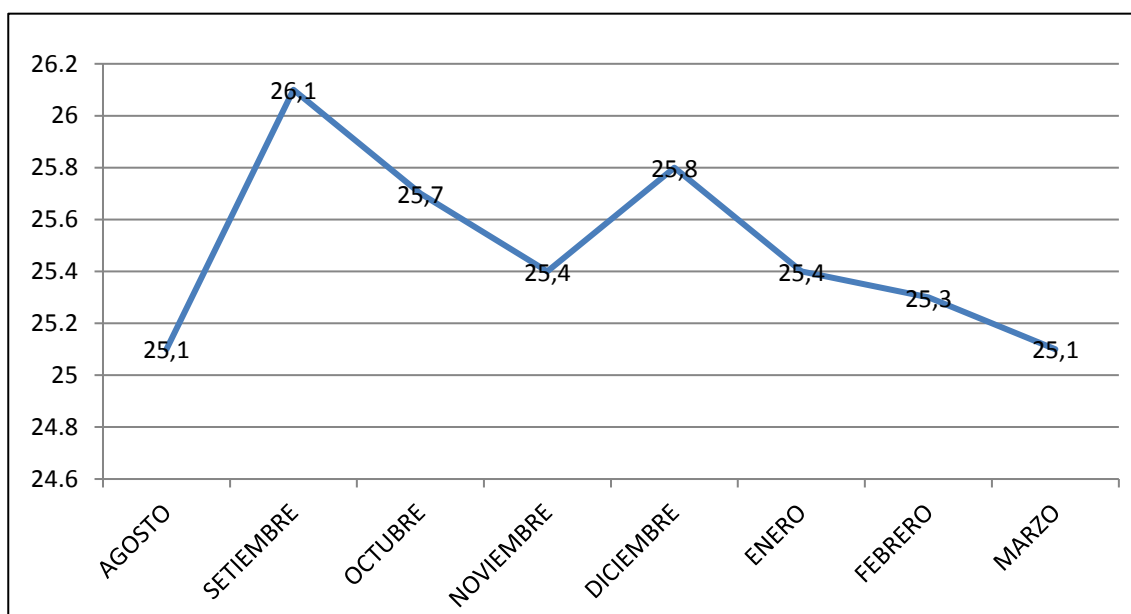


Figura 3. Temperatura en la zona de estudio

Fuente: Gabinete de Climatología y Meteorología – UNAS (2019)

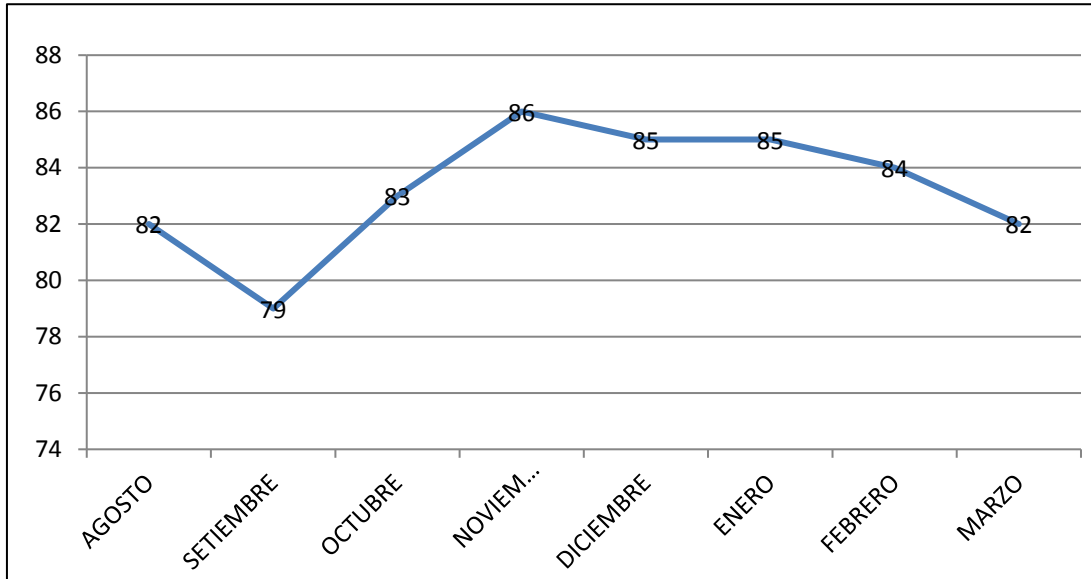


Figura 4. Humedad relativa en la zona de estudio

Fuente: Gabinete de Climatología y Meteorología – UNAS (2019)

3.2. Materiales y Equipos

- Forcípula de madera de 150 cm de longitud, wincha de 50 m, wincha de 5 m, receptor GPS Garmin Map 62S, brújula suunto, cámara fotográfica (Canon, Mod. Powershot SX530 HS), útiles de escritorio, romana 50 kg, machetes, pala recta, bolsas, cascos, formularios de campo, laptop Toshiba Satellite I5

3.3. Metodología

3.3.1 Fase de planificación

a) Autorización para la ejecución de la investigación

Se solicitó autorización al Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, jefe de la unidad académica de sistemas integrales de producción de la Facultad de Recursos Naturales Renovables ubicado en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo (CIPTALD), poder ejecutar mi tesis en tres plantaciones de aguaje.

b) Elaboración de mapas

Se tomaron puntos con el uso del receptor GPS Garmin Map 62S en las primeras palmas de las tres plantaciones de aguaje, seguido se tomó un punto de referencia, en este caso fue la carretera Fernando Belaunde Terry.

Todo con el fin de crear mapas de dispersión de las plantas de aguaje en las tres plantaciones.

c) Historia de las plantaciones

Se realizaron breves entrevistas al Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, promotor de las plantaciones de aguaje en el CIPTALD, y al ex administrador del CIPTALD, con el fin de conocer la historia del CIPTALD y el punto de partida para trabajar con esta especie.

3.3.2. Fase de campo

a) Caracterización de las plantaciones experimentales.

- **Altura total de la planta (m):** La altura total de la planta se realizó mediante la estimación visual.
- **Altura de inserción de racimo (m):** Se midió la altura del estípite hasta el primer racimo con el uso de una wincha de 5 m.
- **Diámetro de estípite:** Se evaluó el diámetro de cada planta con uso de una forcípula a 1 m de altura.
- **Presencia de estípite:** Se observó la presencia de estípite en cada planta.
- **Número de hojas funcionales:** Se contó el número de hojas presentes en cada planta.

- **Balance de sexos:** Para la definición del sexo se verificó la inflorescencia de cada planta.

c) Estimación de la producción de frutos de las plantas

- **Plantas en producción:** Se registró cada planta femenina en producción.
- **Número de racimos de frutos por planta:** Se registró cuántos racimos existían por planta femenina.
- **Número de frutos por racimos, y planta:** Se cortaron los racimos de tres plantas en cada plantación, seguidamente se contó cuántos frutos había en cada racimo y se estimó para toda la planta y plantación.
- **Estimación de la producción de frutos en t/plantación:** Se pesó un racimo por plantación con ayuda de una balanza romana y se estimó el peso de frutos por cada plantación y se expresó en toneladas.
- **Sacos de aguaje:** Se llenaron sacos de 50 kg con los frutos de los racimos cortados, se estimó que para cada saco entra entre 850 a 1200 frutos, esto dependiendo del tamaño de los frutos, en promedio se utilizará 1000 frutos de aguaje para cada saco de 50 kg.

d) Fertilidad de suelo:

De las tres plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa* en estudio, se tomaron 15 sub muestras de suelo de cada plantación. La toma de muestra de suelo fue al azar, como se muestra en la figura 05, con la finalidad de abarcar toda la plantación.

El procedimiento fue similar para las tres plantaciones, se inició en el número 1 (Figura 05) hasta llegar a las 15 sub muestras.

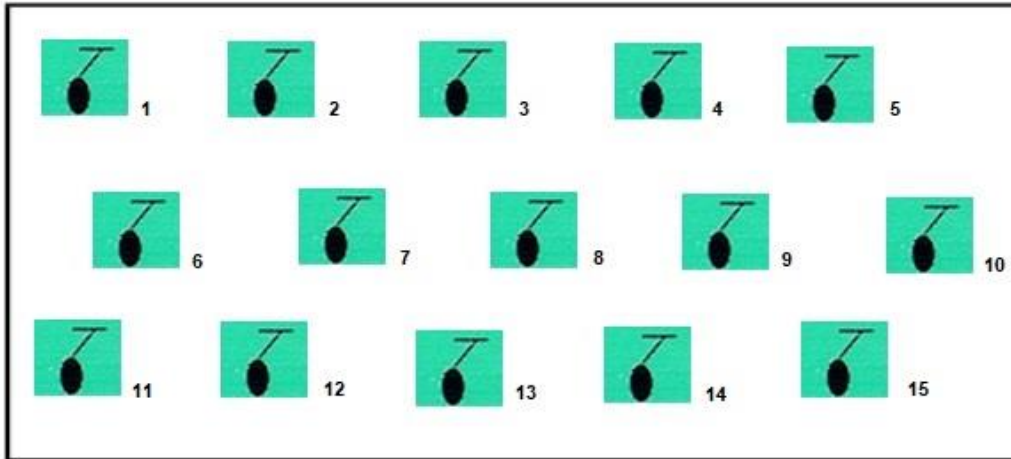


Figura 5. Muestreo de los suelos de las plantaciones

Fuente: Adaptado de Bernier (1999)

3.3.3. Fase de procesamiento

a) Mapas

Se cargaron los puntos tomados de las tres plantaciones con el receptor GPS Garmin Map 62S, en el software Excel para poder ordenarlos, luego se subieron al programa Arc Gis 10.5, en la que se procedió la creación de los mapas de dispersión.

Se priorizó en los mapas de las tres plantaciones el balance de sexo de las palmas, así como las construcciones cercanas a las plantaciones.

b) Caracterización de las plantaciones

- **Altura total de la planta (m):** Se realizaron cálculos como el promedio, máximos y mínimos, así como la desviación estándar.
- **Diámetro de estípite:** Se realizó el promedio de cada plantación, valores máximos y mínimos y la desviación estándar.
- **Presencia de estípite:** Se calculó en porcentaje para cada plantación.

- **Número de hojas funcionales:** Se calculó el promedio, valores máximos y mínimos para cada plantación.
- **Balance de sexos:** Se calculó en porcentaje en plantas masculinas, femeninas y no definidas para cada plantación.
- **Altura de inserción de racimo (m):** Se calculó el promedio, valores máximos y mínimos para cada plantación.
- **Desarrollo y Producción:** Se calculó con el uso de los componentes principales, que variables son las que influyen en el desarrollo y la producción de las palmas en las plantaciones.

c) Estimación de la producción

- **Plantas en producción:** Se calculó el porcentaje de plantas en producción en total
- **Número de racimos de frutos por planta:** Se calculó el promedio de racimos de frutos por planta.
- **Número de frutos por racimos y planta:** El número registrado en cada racimo varió entre 250 a 750 frutos, por lo que se calculó el promedio de frutos por racimo y por planta en base a 500 frutos por racimo.
- **Estimación de la producción de frutos en t/plantación:** Se estimó el peso de la producción de frutos en base al peso promedio de cada racimo, que para esta investigación fue de 25 kg.
- **Sacos de aguaje:** Se consideró 1000 frutos para cada saco de 50 kg y se estimó con la producción total de frutos.

d) Fertilidad del suelo

Las muestras de suelo de las tres plantaciones fueron llevadas al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para su análisis, utilizando los siguientes métodos.

Tabla 9. Métodos seguidos en el análisis de suelo

Parámetro	Método
Textura del suelo	Método del hidrómetro
Conductividad eléctrica	Lectura con conductivímetro en el extracto acuoso en la relación suelo: agua
pH	Medición el potenciómetro de la suspensión de suelo: agua en relación 1:1.
Calcáreo total(CaCO ₃)	Método gasovolumétrico utilizando un calcímetro.
Materia Orgánica	Conversión del carbono orgánico multiplicado por el factor 1,724
Fósforo disponible	Método de Olsen modificado, extracción con NaHCO ₃ 0,5N, pH 8,5.
Potasio disponible	Extracción con acetato de amonio
CIC	Saturación del complejo arcillohúmico con acetato de amonio, y posterior destilación del nitrógeno por Kjeldahl.
Bases cambiables (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺)	Reemplazo de los cationes adsorbidos con el acetato de amonio y posterior cuantificación de los cationes por espectrofotometría de absorción atómica
Elementos menores disponibles (Fe, Cu, Zn, Mn, B)	Extracción con solución de Hunter (solución con EDTA y bicarbonato de sodio) y posterior cuantificación de los elementos por Espectrofotometría de absorción atómica.
Densidad Aparente	Cilindro de metal
Humedad Gravimétrica	Gravimetría
Color	Tabla Munsell

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF)



Figura 6. A. Sub muestras de suelo; B. Medición de la altura de inserción de racimos; C. Evaluación del número de racimos de frutos; D. Evaluación del número de hojas; E. Medición del diámetro del estípote; E. Estimación del número de frutos por racimo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Permiso

Se logró la autorización (Anexo 1) de la ejecución de la investigación de forma inmediata por parte del Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, jefe de la Unidad Académica de Sistemas Integrales de producción de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Lo que ha facilitado el trabajo realizado en campo, debido a que no hubo ninguna dificultad puesta por la unidad en el CIPTALD, garantizando el ingreso y salida en cualquier momento de las instalaciones.

4.2. Historia de las plantaciones de aguaje

El Centro de Investigación y Producción Tulumayo (CIPTALD), anteriormente las instalaciones pertenecieron al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). El 02 de Junio de 1994, autorizan al INIA, transferir la Estación Experimental Agrícola de Tulumayo en favor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

En el año 2007, se inicia con el manejo de las semillas de aguaje, iniciando las primeras investigaciones como el sustrato ideal, tiempo en fase de vivero, enfermedades en vivero, etc. En Octubre se estableció la primera plantación de *Mauritia flexuosa* (Aguaje) en el CIPTALD.

En la actualidad se tienen varios estudios sobre esta especie en el CIPTALD, se vienen estudiando la productividad de las palmas, así como las diferencias de las plantaciones establecidas en campo abierto y en fajas de enriquecimiento en un bosque secundario.

Toda esta gran iniciativa está a cargo del Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, docente principal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

4.3. Mapas

Como se observa en la Figura 07, la plantación 1 fue establecida el 02 de Noviembre del 2007. En la actualidad se encuentran instaladas en campo 55 plantas, con distanciamiento de 10 m x 15 m en un área de 0,93 ha.

Existen mayor número de plantas femeninas sobre las plantas masculinas, además existen pocas plantas no definidas. Debido a que en esta plantación no ingresa el ganado a alimentarse.

La plantación no ha podido extenderse a consecuencia de que los límites del CIPTALD, terminan en los bordes de la plantación.

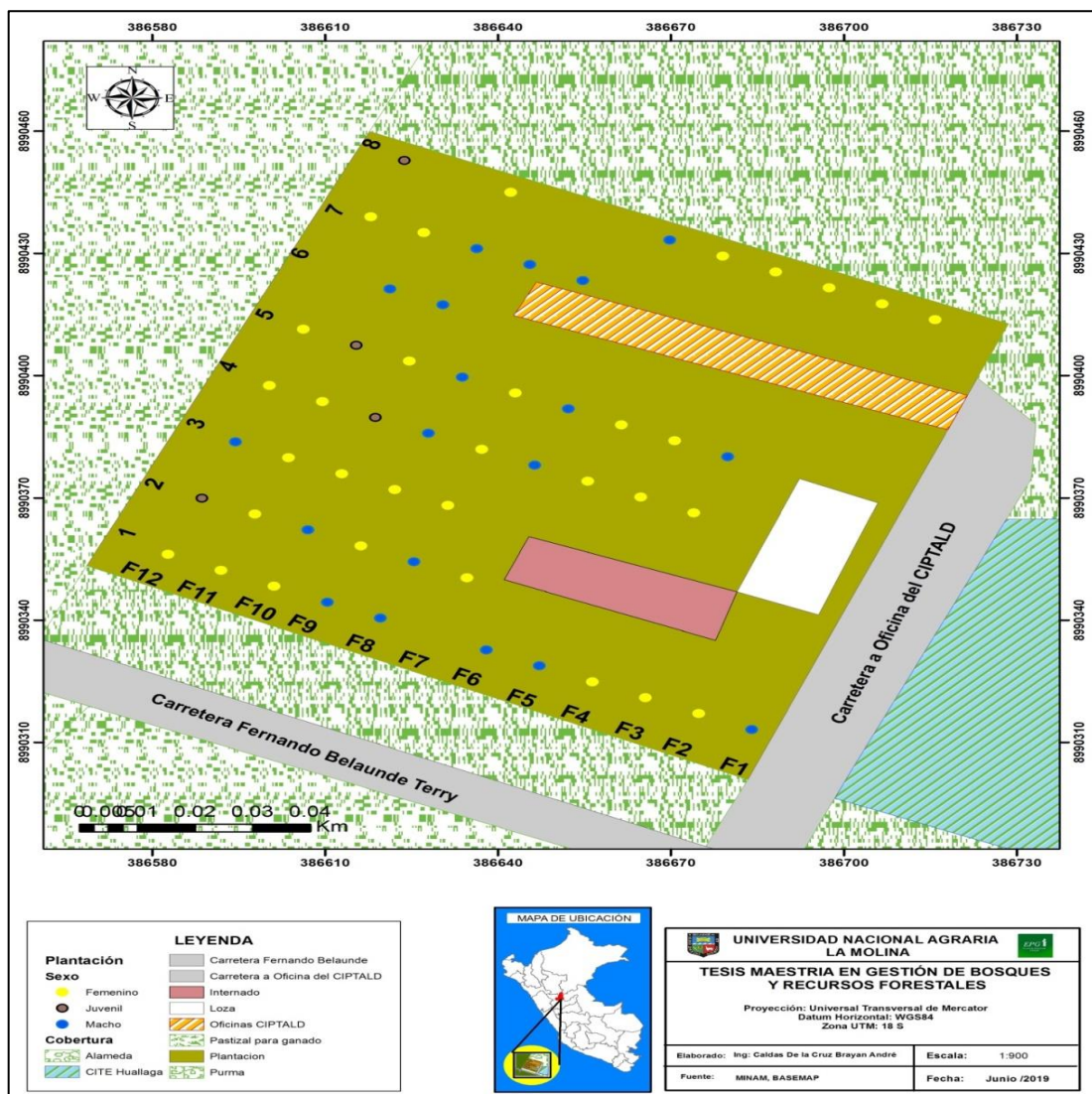


Figura 7. Mapa de dispersión de la plantación 1

En la figura 08, se aprecia la plantación 2, establecida el 12 de Octubre del 2007. En la actualidad se encuentran 145 plantas instaladas en campo, con distanciamiento de 10 m x 12 m en un área de 2,0 ha.

Existe una mayor predominancia de plantas masculinas sobre las femeninas. Las palmas femeninas en su mayoría se observa que se encuentran cercanas al borde de la plantación de manera que es una particularidad de esta plantación.

Las plantas no definidas, se encuentra en áreas con un suelo compactado, por eso su lento crecimiento.

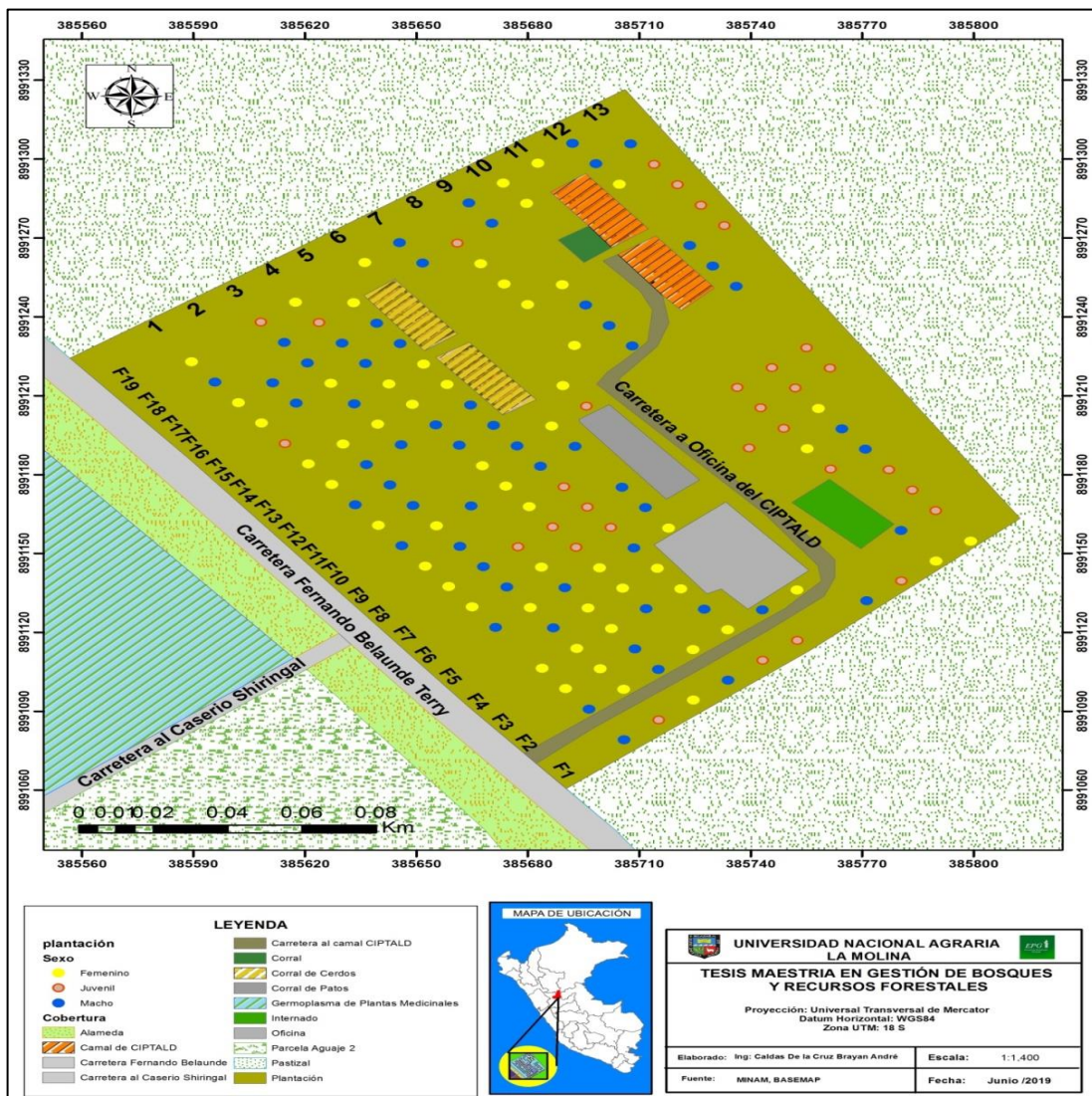


Figura 8. Mapa de dispersión de la plantación 2.

En la figura 09 se observa, la plantación 3 fue establecida el 13 de Noviembre del 2007. Actualmente se encuentran 193 plantas instaladas en campo, con distanciamiento de 8 m x 10 m en un área de 2,09 ha.

Se puede visualizar mayor número de palmas no definidas, las que se encuentran cercanas a los pastizales y por tal motivo estos suelos se encuentran compactados por ser un área donde se encuentra el ganado vacuno del CIPTALD, dificultando el desarrollo de estas plantas.

Existe mayor número de palmas femeninas sobre masculinas, sin embargo el porcentaje es menor comparado a las otras dos plantaciones, por causa de la compactación de los suelos.

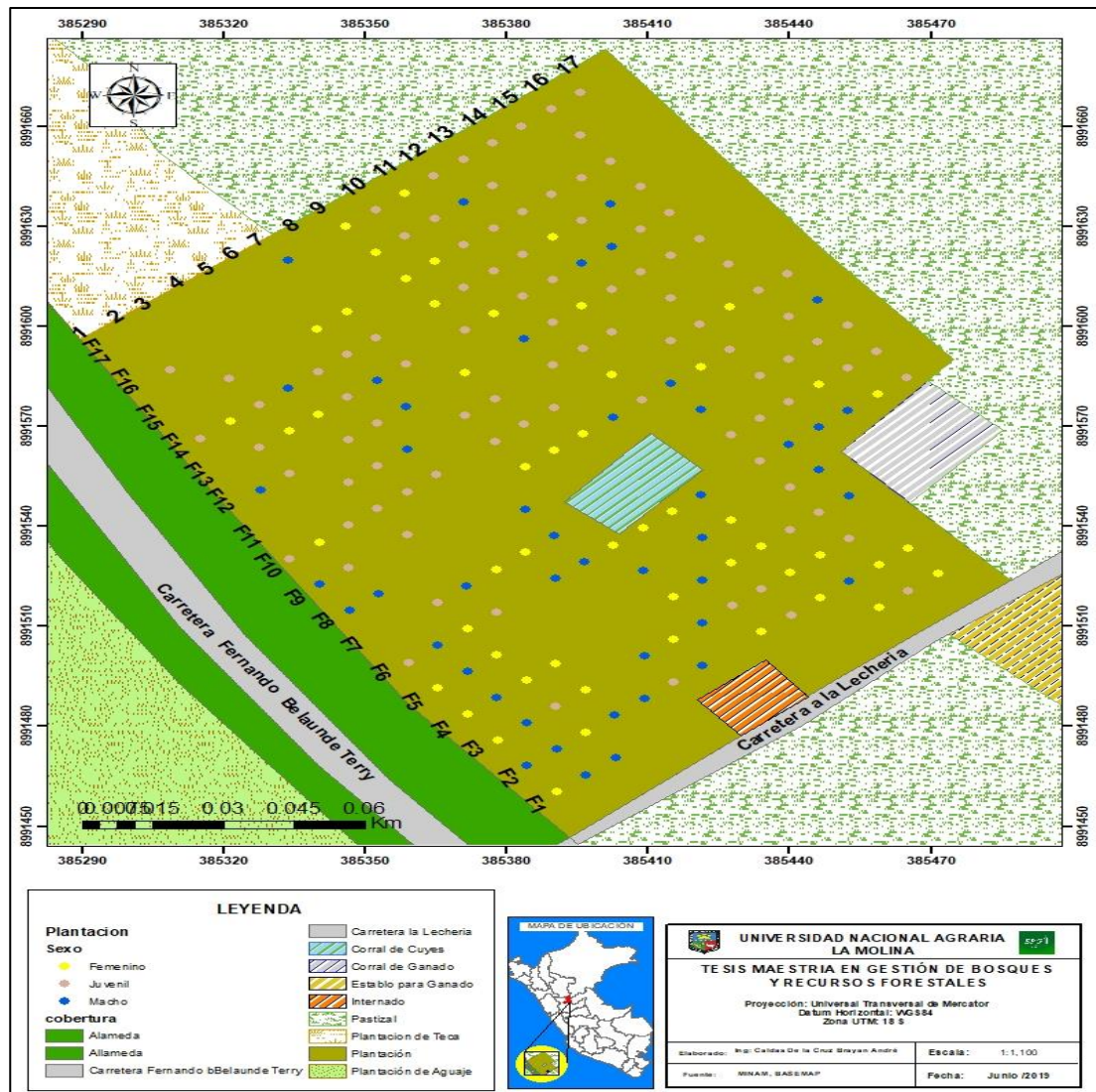


Figura 9. Mapa de dispersión de la plantación 3

4.4. Caracterización de las plantaciones

4.4.1. Altura total de la planta

Como se puede observar en la tabla 10, la altura total en promedio para las plantaciones estuvo en un rango de 9,5 a 11 m, con valores máximos de hasta 13,6 m en la plantación 2 y valores mínimos de 3,5 en la plantación 3.

El promedio de la plantación 1 es mayor a la de la plantación 2 y 3, esto podría deberse al distanciamiento, resultando que a mayor distanciamiento las palmas se han desarrollado más en altura que las palmas de las otras dos plantaciones.

A la vez se puede observar, que la desviación estándar es mínima, con la posibilidad de aumentar con el pasar de los años.

Isaza *et al.* (2013), mencionan que cuando la palma es plantada se reproduce a una altura entre 5 m y 10 m. Esto se ha podido visualizar en las tres plantaciones, dado que las palmas están en producción a la altura descrita, lo que permite cosechar los frutos con mayor facilidad.

Algunos autores han descrito que las palmas pueden alcanzar hasta 25 m de altura en poblaciones naturales (Salazar 1967, Reynel *et al* 2003, Isaza *et al.* 2013), por una parte comparado con las alturas en promedio de las palmas en las plantaciones refleja una gran diferencia, no obstante es importante tener en cuenta que los mismo autores no mencionan la edad de las palmas descritas en poblaciones naturales.

La importancia del estudio de la altura de la planta se debe a que influye positiva y significativamente en la producción de frutos a nivel individual en una misma población (Toro 2014). No se ha presentado dificultad en la fructificación de las palmas en las tres plantaciones.

Tabla 10. Resumen descriptivo para la altura total en las tres plantaciones de aguaje

PLANTACIONES	ESTADISTICOS	ALTURA TOTAL
PLANTACIÓN 1	MIN	7,50
	MAX	13,00
	PROMEDIO	10,88
	D.E	1,20
PLANTACIÓN 2	MIN	4,10
	MAX	13,60
	PROMEDIO	9,53
	D.E	1,72
PLANTACIÓN 3	MIN	3,50
	MAX	13,20
	PROMEDIO	9,78
	D.E	1,96

4.4.2. Altura de inserción de racimos

Tal como se observa en la tabla 11, el promedio de la altura de inserción de racimos fue mayor para la plantación 1 y menor para la plantación 3.

La altura de inserción de racimos, podría estar relacionado con el distanciamiento de siembra, debido que la plantación 1, tiene un mayor distanciamiento y altura de inserción en comparación de las plantaciones 2 y 3.

Existe la posibilidad que la desviación estándar aumente, a partir del incremento de la altura de las palmas.

Es de gran importancia resaltar que existen palmas cuya altura de inserción está alrededor del 1,5 m, facilitando al agricultor poder cosechar sin problemas los racimos de frutos.

Tabla 11. Resumen descriptivo para la altura de inserción de racimos de las tres plantaciones de aguaje

PLANTACIONES	ESTADISTICOS	ALTURA DE INSERCIÓN DE RACIMOS
PLANTACIÓN 1	MIN	1,50
	MAX	5,50
	PROMEDIO	3,35
	D.E	1,03
PLANTACIÓN 2	MIN	1,50
	MAX	6,40
	PROMEDIO	3,25
	D.E	1,01
PLANTACIÓN 3	MIN	1,34
	MAX	4,48
	PROMEDIO	2,81
	D.E	0,67

4.4.3. Diámetro de estípite

En la tabla 12, se observa que el diámetro de estípite en promedio estuvo entre 54 cm a 56 cm en las tres plantaciones.

La plantación 1, tiene una desviación estándar menor en comparación a las plantaciones 2 y 3. Debido a que los valores del diámetro de la plantación 1, han sido menos disperso respecto al promedio.

El promedio del diámetro de estípite para cada plantación está en el rango descritos por algunos autores (Villachica 1996; Reynel *et al.* 2003; Delgado *et al.* 2007; Rodríguez 2008).

El desarrollo en diámetro de estípite, podría estar influenciado por los distanciamientos, debido a que existe poca competencia entre las palmas en las plantaciones a diferencia de las palmas en sus hábitats naturales.

Lo que permitiría indicar que las palmas de aguaje a los 11 años de establecidos en las plantaciones, han alcanzado su desarrollo en diámetro igual a las palmas de otros hábitats.

Tabla 12. Resumen descriptivo para el diámetro del estípite en las tres plantaciones.

PLANTACIONES	ESTADISTICOS	DIÁMETRO DE ESTÍPITE
PLANTACIÓN 1	MIN	48,6
	MAX	64,2
	PROMEDIO	56
	D.E	4,16
PLANTACIÓN 2	MIN	38,6
	MAX	63,1
	PROMEDIO	54,44
	D.E	5,29
PLANTACIÓN 3	MIN	40,6
	MAX	65,2
	PROMEDIO	54,7
	D.E	4,61

4.4.4. Presencia de estípite

En la figura 10 se observa que en las tres plantaciones, se observa la presencia de estípite en las palmas.

El factor importante a que se debe que en la plantación 3, exista un mayor número de palmas sin estípite definido.

Es a la alta presencia de palmas no definidas, las cuales se encuentran establecidas en sectores cercanas a los pastizales en donde el ganado vacuno se alimenta, por lo que esos suelos se encuentran compactados dificultando el normal desarrollo de las palmas.

En la plantación 2 de igual manera, las palmas que no presentan estípite definido son las que se encuentran cercanas a los pastizales y a las construcciones del CIPTALD.

Todo lo contrario ocurre en la plantación 1, las palmas se encuentran con estípites definidos en su mayoría, debido a que el ganado vacuno no ingresa a la plantación.

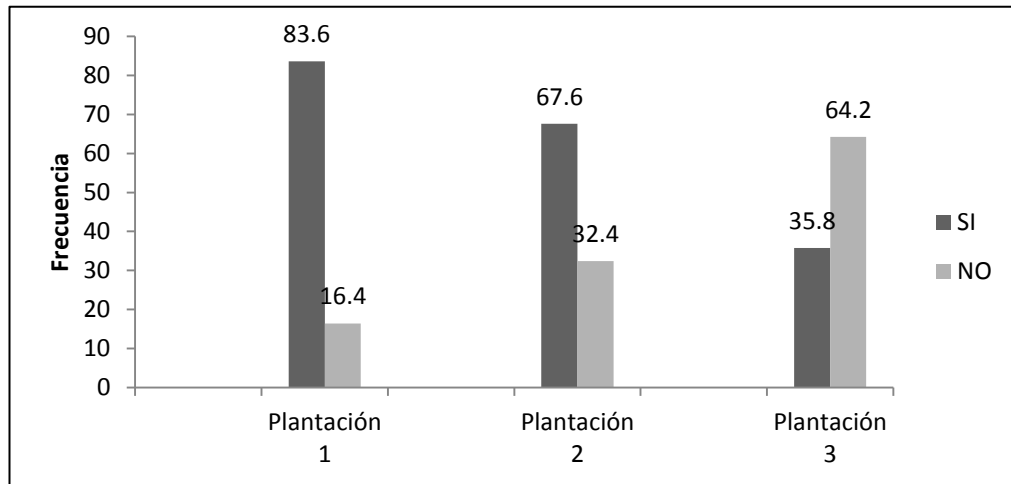


Figura 10. Presencia de estípites en las tres plantaciones de aguaje

4.4.5. Número de hojas

En la tabla 13, se visualiza que el número de hojas en promedio para las tres plantaciones estuvo en un rango de 13 a 16 hojas.

La plantación 1 tiene un mayor promedio de hojas, la cual podría estar influenciada por el distanciamiento de siembra, que es de 15 m x 10 m en comparación de las otras dos plantaciones que es de 12 m x 10 m y 8 m x 10 m, la cual ha permitido a las palmas generar nuevas hojas debido a la poca competencia.

Las plantaciones 2 y 3, tienen valores mínimos de 5 y 2 hojas respectivamente. Se podría deber a que estas palmas aún son no definidas y su desarrollo es lento por estar establecidos en suelos muy compactados cercanos a los pastizales.

La importancia de las hojas en el aguaje radica en la fotosíntesis y por tanto en la producción de frutos (Rodríguez 2008, Sampaio *et al.* 2008, Khorsand Rosa 2013, Toro 2014). Al tener las palmas en promedio entre 13 a 16 hojas, no se ha registrado problemas en la producción de frutos en las plantaciones.

En el Centro de Investigación y Producción, conocen la importancia del número de hojas para el desarrollo y la producción de frutos de las palmas, por lo que no se permite la cosecha de las hojas.

Tabla 13. Resumen descriptivo para el número de hojas en las tres plantaciones

PLANTACIONES	ESTADISTICOS	NÚMERO DE HOJAS
PLANTACIÓN 1	MIN	10,0
	MAX	21,0
	PROMEDIO	15,8
	D.E	2,4
PLANTACIÓN 2	MIN	5,0
	MAX	20,0
	PROMEDIO	13,7
	D.E	3,5
PLANTACIÓN 3	MIN	2,0
	MAX	23,0
	PROMEDIO	13,1
	D.E	4,0

4.4.6. Balance de sexos

En la Figura 12 se observa, las plantaciones 1 y 3 muestran una leve predominancia de plantas femeninas sobre las plantas masculinas, todo lo contrario se visualiza en la plantación 2.

Estos porcentajes pueden variar cuando las palmas no definidas empiecen a mostrar sus primeras inflorescencias.

En estudios en Brasil y Colombia, manifiestan que en áreas dominadas por plantas femeninas, los hábitats han sido poco intervenidas para el uso de alimento, construcción y otros usos (Khorsand Rosa 2013, Toro 2014).

Esta versión dada, podría verse reflejado en el CIPTALD, es decir existen en la plantación 1 y 3 mayor número de palmas femeninas sobre masculinas.

De modo que el aprovechamiento es escaso en las plantaciones de aguaje, más aún porque estas plantaciones están en el tercer año de producción, sumado a que se encuentra en un Centro de Investigación y Producción y se tiene control al ingreso de personas ajenas a la institución.

Pero no es garantía que una poca intervención al hábitat, facilite una mayor cantidad de plantas femeninas, por ejemplo Villachica (1996) menciona que la proporción de plantas masculinas y femeninas es similar en un área.

Por su parte Toro (2014) en su estudio en Colombia encontró que el 60 por ciento de sus plantas son femeninas, mientras que Khorsand Rosa (2013) en su investigación en Brasil registró que en su mayoría de plantas estudiadas son femeninas, a diferencia de otros estudios en Colombia que muestran un mayor número de plantas masculinas sobre femeninas como describe Urrego *et al.* (1987) y Isaza *et al.* (2013).

Sería importante para la especie, poder identificar desde una fase inicial el sexo de las palmas, y no esperar hasta que aparezcan las primeras inflorescencias, las cuales se presentan alrededor de los 5,5 años de establecidos en campo.

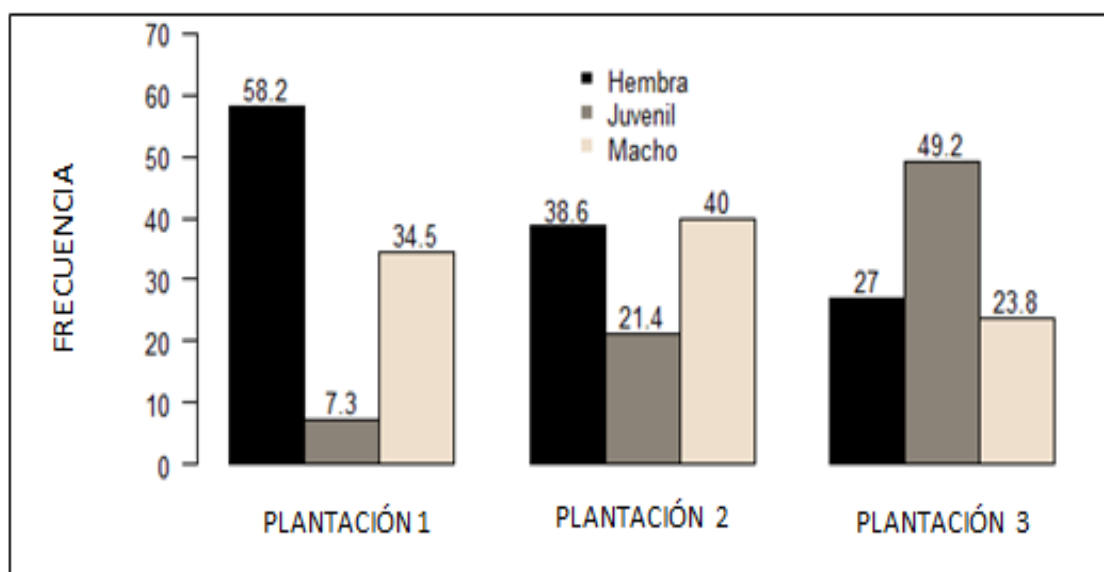


Figura 11. Balance de sexo en las plantaciones de aguaje

4.4.7. Desarrollo y Productividad

Se realizó el uso del análisis de componentes principales, con el fin de conocer variables que podrían influir en el desarrollo y productividad de las palmas.

Entre las variables usadas estuvieron: número de racimos, número de inflorescencias, altura total, número de hojas, diámetro de estípite, altura de estípite, y altura de inserción de racimos.

De acuerdo al análisis de componentes principales Figura 13, el primer componente tiene un aporte del 42,45 por ciento de la varianza y la segunda del 25,11 por ciento de la varianza total, en total explica el 67,5 por ciento de la variación total.

Del análisis del vector de componentes y el biplot se determina que el primer componente está más identificado con el diámetro de estípite y el número de racimos producidos por las palmas de aguaje, y la segunda componente por el número de hojas y la altura de la planta.

Por lo tanto se podría afirmar que el primer componente expresa la parte productiva y la segunda el crecimiento y desarrollo de la palma.

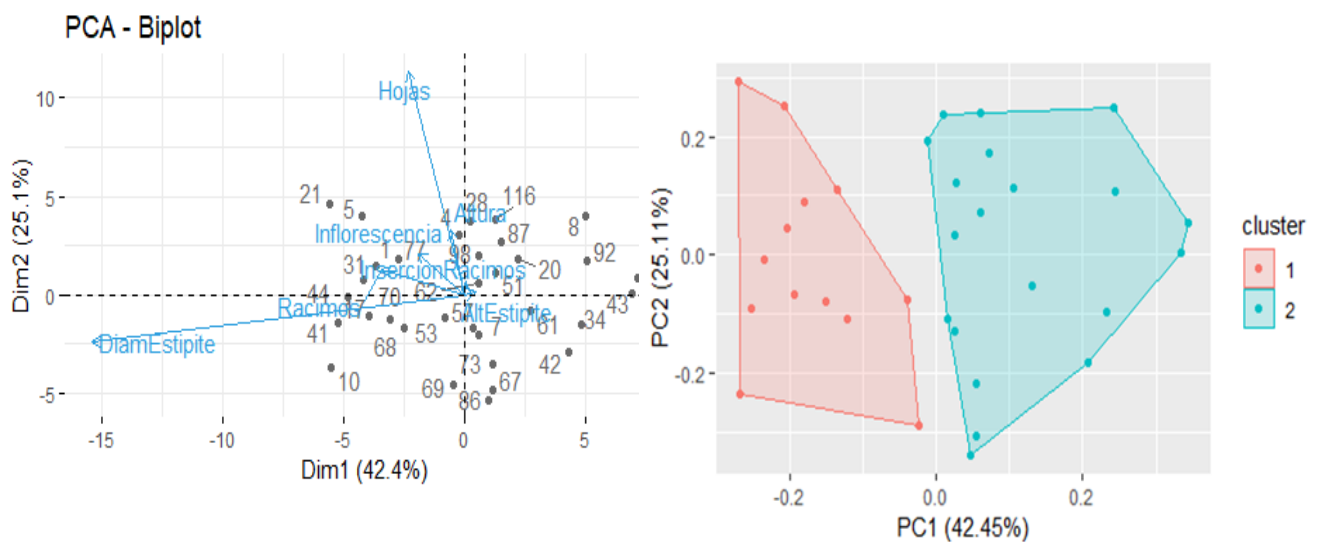


Figura 12. Análisis de componentes principales y análisis de agrupamiento

4.4.8. Relación entre individuos

En la figura 14, se observa que el 18,6 por ciento de palmas con estípite definido producen hasta seis racimos de frutos y una palma ha llegado a producir hasta diez racimos de frutos.

También se observa que palmas sin estípite han llegado a producir hasta ocho racimos, por lo tanto se podría decir que la presencia de estípite definido no influye en la producción de frutos.

La producción puede variar por individuos, por años, por poblaciones (Ponce 2002, Gonzales y Torres 2010).

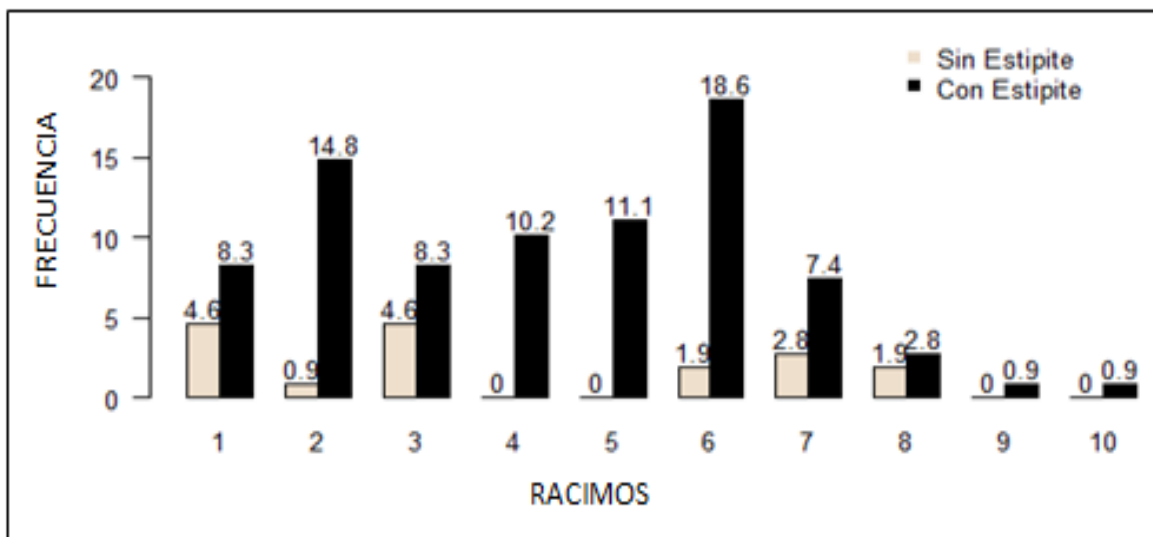


Figura 13. Relación entre palmas

4.5. De la producción en las plantaciones

4.5.1. Producción de las plantaciones

No todas las plantas femeninas en las tres plantaciones se encontraban con fructificación al momento del estudio, pero se ha observado que la producción en las plantaciones varía en intensidades y entre periodos de producción.

El número de racimos promedio fue de 4,6 racimos de frutos en dos plantaciones 1 y 2, y en 3,7 racimos de frutos para la plantación 3, el número de racimos de frutos totales para las plantaciones uno, dos y tres fueron: 101, 215 y 146 respectivamente

El número de frutos por cada racimo varía, pero se estimó un rango entre 250 a 700 frutos aproximadamente, por lo que para este estudio se ha considerado 500 frutos en promedio por racimo.

Por lo que el total de frutos para las plantaciones 1 y 2 fueron aproximadamente 2300 frutos y para la plantación 3 fueron 1850 frutos.

El peso de los racimos de frutos también varió dependiendo del número de frutos y a su vez del tamaño de estos, se encontraron pesos en un rango de 22 kg a 30 kg aproximadamente, por lo que se ha considerado un valor promedio de 25 kg para el peso de cada racimo con frutos.

La producción estimada por plantación se observa en la Tabla 14. Para esta investigación se optó utilizar el promedio que son 1000 frutos para estimar el número de sacos, obteniendo una estimación de la producción en sacos de 50,5, 107,5, y 73 respectivamente. En comparación a los dos primeros años, la producción ha aumentado debido a que se ha incorporado más plantas femeninas en producción y a la vez que algunas plantas han alcanzado la madurez reproductiva.

Gonzales y Torres (2010) indican que el aguaje a los primeros años de producción en plantaciones produce de dos a cuatro racimos, y en los siguientes años cinco racimos, por su parte (Urrego 1987), menciona que registró 4 racimos por planta en promedio, a su vez Isaza *et al.* (2013) manifiesta que el número de racimos estuvo en 3,22, para un período y 3,3 para otro período y Toro (2014) también para dos períodos registró 2,7 y 3,4 racimos.

Todos estos resultados obtenidos por otros investigadores, podrían indicar que las palmas de las plantaciones están produciendo a los 11 años, igual o más en comparación a las palmas en poblaciones naturales.

El número de frutos por racimo para este estudio estuvo en promedio en 500 frutos, este valor se encuentra en el rango mencionado en otros estudios en poblaciones naturales (Urrego 1987; Delgado *et al.* 2007; Isaza *et al.* 2013; Toro 2014). Lo que permite resaltar que la maduración de los frutos es similar en comparación a otros hábitats.

Referente al peso de cada racimo que fue de 25 kg, también es mencionado por los siguientes autores como (Urrego 1987, Gonzales y Torres 2010, Isaza *et al.* 2013), lo que garantiza que no se ha presentado dificultades en la formación y maduración de frutos del aguaje en plantaciones.

El número de frutos por saco puede varían dependiendo del tamaño de los frutos, pueden entrar entre 800 a 1200 frutos (Padoch, 1988; Delgado *et al.* 2007), para el presente estudio se trabajó con el promedio de 1000 frutos, debido a que en la ciudad de Tingo María, la comercialización se realiza en sacos de 50 kg.

Los valores de la producción varían comparado a otros estudios. Para empezar podrían existir diferencias entre plantaciones y poblaciones naturales, por otra parte no es igual el número de palmas en producción, las áreas de evaluación son diferentes y así sucesivamente.

Tabla 14. Estimación de la producción de las tres plantaciones

Variables	Plantación 1	Plantación 2	Plantación 3
Número total de plantas	55	145	193
Número de plantas femeninas	32	56	52
Número de plantas femeninas en producción	22	46	40
Producción t/ha/año	2,525	5,375	3,650
Número de sacos en promedio/ha	50,5	107,5	73

En la tabla 15, se visualiza las diferencias en la producción de frutos de *Mauritia flexuosa*, en diferentes localidades, la mayor producción fue documentada por Urrego (1987) en Colombia, con una producción de 9,1 t/ha/año.

Flores (2016), documenta la primera producción de tres plantaciones en Tingo María, con una producción estimada para cada plantación de 0,23, 0,81, 0,67 t/ha/año.

Tabla 15. Diferencias de producción de frutos

Autor	Localidad	Producción de Frutos	Estado
Urrego 1987	Río Caquetá – Colombia	9,1 t/ha/año	Población Natural
Da Silva 2009	Cerrado Brasileño- Brasil	6,1 t /ha/año	Población Natural
Isaza <i>et al</i> 2013	San Martín de Amacayacu – Colombia	1,45 t/ha/año	Población Natural
Khorsand Rosa 2013	Roraima – Brasil	1,00 t/ha/año	Población Natural
Toro 2014	Reserva del Calderón – Colombia	1,60 t/ha/año	Población Natural

Fuente: Tomado de Toro (2014)

4.6. Fertilidad del suelo

4.6.1. Indicadores físicos del suelo en las plantaciones experimentales

a) Textura del suelo

En relación a las clases texturales, el sector Tulumayo 1 y sector Tulumayo 3 tienen una clase textural Franco Arcillosa, mientras que el sector Tulumayo 2, presenta una clase textural Arcillosa.

Zavaleta (1992) menciona que la textura del suelo actúa en el crecimiento de las plantas por su influencia sobre la aireación, infiltración, capacidad de agua disponible, capacidad de cationes de cambio, permeabilidad, erodabilidad y laborabilidad.

Por lo tanto se podría deducir que al tener presencia de arcilla los suelos de las tres plantaciones, ha permitido que los suelos puedan retener humedad y mantenerse en gran parte del año inundable, permitiendo el desarrollo de las plantas de aguaje.

b) Color del suelo

El color del suelo fue pardo en las tres plantaciones.

El color de los suelos de las tres plantaciones podría deberse a la materia orgánica de origen aluvial, debido a las cercanías de las plantaciones a ríos como el Tulumayo y Huallaga.

Según Zavaleta (1992), que en los valles aluviales, las tonalidades de los suelos son debido a una mayor o menos presencia de la materia orgánica y los suelos son de un color gris oscuro o pardo oscuro. Lo que confirmaría la versión de que el mismo color del suelo presente en las tres plantaciones está en función a la materia orgánica.

c) Densidad aparente

La densidad aparente para la plantación 1 fue de 1,21 g/cc, para la plantación 2 fue de 1,20 g/cc y para la plantación 3, fue de 1,25 g/cc.

La densidad aparente también es usada para conocer la compactación del suelo, por lo que se podría deducir que el suelo de las tres plantaciones de aguaje está levemente compactado, debido al pisoteo excesivo del ganado, siendo el de mayor compactación la plantación 3, donde se observa la presencia de ganado en el CIPTALD.

Pritchett (1991) menciona que el excesivo pisoteo por los animales de pastoreo, aumentará la densidad aparente; lo mencionado por este autor confirma que la principal

causa de la compactación de los suelos, se debe a la presencia del ganado vacuno, por lo que se recomendaría un mejor control del ganado en los alrededores de las plantaciones.

d) Porosidad

La porosidad de los suelos en las plantaciones de aguaje se encuentra entre 52,83 al 54,71 por ciento.

La porosidad de los suelos en las plantaciones se encuentra en el rango establecido que USDA (1999) da para suelos arcillosos.

Lo que permite que las arcillas retengan agua y permitan que las plantaciones de aguaje se mantengan inundables favoreciendo al desarrollo de las plantas.

4.6.2. Indicadores químicos del suelo de las plantaciones experimentales

a) pH

La acidez (pH) de la plantación 1 fue de 4,96, para la plantación 2 fue de 4,83 y para la plantación 3, fue de 4,62, teniendo una clasificación de muy ácido según LASPAF.

Un factor importante a que se debe el pH muy ácido es a causa de las altas precipitaciones en el área de las plantaciones, con un promedio anual de 3 300 mm/ año.

Lo que concuerda con Navarro y Navarro (2003), que mencionan que la acidez aparece normalmente en suelos localizados en regiones de alta pluviometría, los cuales están sometidos a un continuo y amplio lavado.

El crecimiento de las plantas de aguaje se podría decir que no han tenido dificultad referente al pH, debido a que la mayoría de los suelos forestales se encuentran en suelos muy ácidos, lo mismo menciona Pritchett (1991), que la gran parte de los suelos forestales están en una escala de pH entre los 3,5 a 6,5 aproximadamente.

b) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) en los suelos de las tres plantaciones de aguaje, fue la siguiente: 0,21 dS/m para la plantación 1, 0,16 dS/m para la plantación 2 y 0,18 dS/m para la plantación 3.

La conductividad eléctrica es mínima en las plantaciones, teniendo una clasificación de muy ligeramente salino según LASPAF.

El aporte de sales es poca, a consecuencia que el área se encuentra en una zona de alta precipitaciones donde existe una lixiviación de los suelos, lo que origina la poca presencia de sales en estos suelos.

Espinoza *et al.* (2012), menciona que las lecturas de conductividad eléctrica pueden variar drásticamente de parcela a parcela y a través del tiempo y son afectadas fuertemente por condiciones ambientales (ejemplo: precipitación), lo que se ve reflejado en las plantaciones que el poco aporte de sales es debido principalmente a las altas precipitaciones.

c) Materia orgánica

El porcentaje de la materia orgánica en las tres plantaciones de aguaje fue variado; para la plantación 1 fue de 2,87 por ciento, la plantación 2 fue de 3,45 por ciento y la plantación 3, fue de 2,18 por ciento.

En áreas tropicales, la mayoría de los suelos tienen contenidos bajos de materia orgánica debidos a las altas temperaturas y a la abundante precipitación que aceleran el proceso de descomposición (INFOPOS 1997).

En efecto, las tres plantaciones tienen una clasificación de media según LASPAF, por lo que urge a los encargados del CIPTALD, incorporar materia orgánica a las tres plantaciones, siendo una posible solución utilizar el mismo excremento del ganado presente en la institución como abono orgánico.

La presencia de materia orgánica constituye un almacén de energía y de alimento disponible para las plantas y otros organismos, menciona Jaramillo (2002). Después de la incorporación de materia orgánica esta deberá ser continua en las tres plantaciones, debido a que las palmas se encuentran en producción y por causa de las condiciones climáticas que permite que el abono se descomponga más rápido.

c) Macronutrientes

El fósforo en la plantación 1 fue de 9,6 ppm, la plantación 2 fue de 19,4 ppm y la plantación 3 fue de 11,5 ppm. El fósforo según las clasificaciones de LASPAF en las plantaciones 1 y 3 están en una clasificación media, en cambio la plantación 2, la presencia de fósforo es alta.

La compactación del suelo reduce la aireación y el espacio poroso en la zona radicular. Esto reduce la absorción de P y el crecimiento de la planta (INFOPOS 1997). Lo mencionado se ve reflejado en las tres plantaciones, dado que la compactación del suelo ha dificultado el normal desarrollo de las palmas, en especial en la plantación 3.

Por lo que es de importancia incorporar prácticas de manejo al suelo.

El potasio, en la plantación 1 fue de 100 ppm, la plantación 2 fue de 124 ppm y la plantación 3 fue de 130 ppm.

Las plantas con deficiencia de potasio crecen lentamente, tienen un sistema radicular mal desarrollado, los tallos son débiles y el acame es común. Las semillas y los frutos son pequeños y deformes y las plantas tienen una baja resistencia a las enfermedades (INFOPOS 1997). El potasio, tuvo valores para las tres plantaciones según LASPAF una clasificación media.

Las tres plantaciones tienen palmas en producción, por lo que es de urgencia la aplicación de fertilizantes que contengan ambos macronutrientes (P y K), para que puedan seguir desarrollándose y produciendo frutos.

e) Capacidad de Intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico, para la plantación 1 fue de 19,20 meq/100g, la plantación 2 fue de 23,68 meq/100g y la plantación 3 fue 17,92 meq/100g.

Los valores de CIC son bajos en los lugares donde los suelos son muy meteorizados y tienen contenidos también bajos de materia orgánica (INFOPOS 1997). Según los niveles de fertilidad de los suelos presentan una clasificación baja las plantaciones 1 y 3 y media la plantación 2.

Es de importancia por lo tanto incorporar materia orgánica a los suelos de las tres plantaciones para que los suelos puedan retener cationes y prevenir la pérdida de estos.

f) Cationes intercambiables

Entre los cationes intercambiables el calcio tuvo valores entre 8,09 a 12,40 meq/100g, el magnesio valores entre 1,35 a 2,33 meq/100g, el potasio valores entre 0,30 a 0,39 meq/100g y el sodio valores entre 0,52 a 0,57 meq/100g.

Según la clasificación de Bernier (2000). El calcio presenta una clasificación de medio para las plantaciones 1 y 3, y alto la plantación 2.

Referente al magnesio una clasificación de alto para las plantaciones 1 y 3, y muy alto la plantación 2.

El potasio para las tres plantaciones una clasificación de media y el sodio para las tres plantaciones de muy alto.

Entre las relaciones catiónicas se obtiene que la relación óptima de Ca/Mg fue para las plantaciones (1 y 2) y la relación óptima entre K/Mg fue para las plantaciones (1 y 3).

g) Micronutrientes

Los valores de los micronutrientes en las plantaciones de aguaje para el Hierro (Fe) fueron para la plantación 1 de 28,80 ppm, la plantación 2 fue de 788 ppm y la plantación 3 fue de 494,40 ppm, con una clasificación de alta para las plantaciones 1 y 3, y muy alta la plantación 2.

El Cobre (Cu) presento valores para la plantación 1 de 3,12 ppm, la plantación 2 fue de 7,76 ppm y la plantación 3 fue 3,68 ppm, con una clasificación de suficientes para las plantaciones 1 y 3 y muy alto para la plantación 2.

El Manganeseo (Mn) tuvo valores para la plantación 1 de 31,60 ppm, la plantación 2 fue de 14,24 ppm y la plantación 3 fue de 38,40 ppm, con una clasificación para las tres plantaciones de muy altos.

El Zinc (Zn), la plantación 1 fue de 2,80 ppm, la plantación 2, fue de 24,56 ppm y la plantación 3, fue de 3,12 ppm, con una clasificación de las plantaciones 1 y 3 de suficientes y la plantación 2 muy alto.

El Boro (B), la plantación 1 fue 0,22 ppm, la plantación 2, fue de 0,18 ppm, y la plantación 3 fue de 0,28 ppm, presenta una clasificación de bajo.

Pritchett (1991), menciona que, cualquier práctica que reduzca de manera sustancial la acidez del suelo puede causar deficiencia en hierro magnesio, cobre, boro o zinc en los suelos que tienen bajas reservas de estos elementos.

En las tres plantaciones los micronutrientes estudiados en general presentaron valores suficientes y altos, por lo que no se presenta problemas de deficiencias de estos microelementos, salvo el boro.

V. CONCLUSIONES

1. Se ha logrado realizar nuevos aportes referentes a la caracterización, producción y fertilidad del suelo en plantaciones de *Mauritia flexuosa* en la ciudad de Tingo María.
2. Las características de las palmas en las plantaciones se asemejan a las palmas descritas en poblaciones naturales.
3. La producción estimada para la plantación 1 fue 2,525 t/plantación, la plantación 2, fue de 5,375 t/plantación y la plantación 3, fue 3,650 t/plantación.
4. La fertilidad del suelo, respecto a las variables estudiadas (físicas y químicas) en general, indicarían que los suelos de las tres plantaciones tienen una fertilidad media.

VI. RECOMENDACIONES

1. El muestreo de los suelos se realizó en época de altas precipitaciones, sería interesante que se realice un estudio en época seca, debido a que esto puede tener consecuencia en los cambios de pH, materia orgánica, textura del suelo y a su vez se recomienda un mayor número de muestras.
2. Realizar nuevos establecimientos con esta especie en asociación a otras especies forestales no maderables.
3. Iniciar nuevas investigaciones con otras partes de las plantas del aguaje, entre ellas, las hojas y el estípite, debido a los pocos estudios existentes sobre sus propiedades por ejemplo las hojas para techos y el estípite para pisos, paredes, puentes y hasta como cebo para el suri.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barbosa, RI; Lima, AD; Mourão Júnior, M. 2010. Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* LF-Arecaceae): produção de polpa e óleo em uma área de savana em Roraima. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE). Amazonia: Ciencia y Desenvolvimento 5. p. 71–85.
- Beck, H. 2006. A review of peccary-palm interactions and their ecological ramifications across the neotropics. *Journal of Mammology* 87. p. 519–530.
- Bernal, R; Torres, M.; García, N; Isaza, C; Navarro, J; Vallejo, M; Galeano, G; Balslev, H. 2011. Palm management in South America. *Botanical Review* 77:607-646. DOI 10.1007/s12229-011-9088-6.
- Bernal, R; Galeano, G. (Eds.) 2013. Cosechar sin destruir. Aprovechamiento Sostenible de Palmas Colombianas. Facultad de Ciencias - Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 244 p.
- Bernier, R. 1999. Curso de Capacitación para operadores del programa de recuperación de suelos degradados, Décima Región. Osorno. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Acta N°2. 117 p.
- Bernier, R. 2000. Técnicas de diagnóstico de la fertilidad del suelo, fertilización de praderas, cultivos y mejoramiento de praderas. Centro Regional de Investigación Remehue. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) – SERIE acta. 71 p.
- BIODAMAZ. 2004. Diversidad de vegetación de la Amazonía Peruana expresada en un mosaico de imágenes de satélite. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. Documento técnico. No. 12. 74 p.

- Castaño, N; Cárdenas D; Otavo, E. 2007. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. Corporación para el Desarrollo Sostenibles del sur de la Amazonia, CORPOAMAZONIA. Bogotá. 266 p.
- Cabalceta, G; Molina, E. 2006. Niveles críticos de nutrimentos en suelos de Costa Rica utilizando la solución extractora Mehlich 3. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 30(2), 31-44.
- Campos, A. 2004. El suelo. Los Tuxtlas. El Paisaje de la Sierra. p. 181-192.
- Da Silva, P. 2009. *Orthopsittaca manilata* (Boddaer, 1783) (aves: psittacidae): abundância e atividades alimentar em relação de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) numa vereda no triângulo minero. Tesis de maestría. Universidad Federal de Uberlândia. Brasil. 144 p.
- Del Castillo, D; Freitas, L; Otarola, E. 2006. Aguaje, la maravillosa palmera de la Amazonía Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 51 p.
- Delgado, C; Couturier, G. 2003. Relationship between *Mauritia flexuosa* and *Eupalamides cyparissias* in the peruvian Amazon. *Palms*. 47(2).
- Delgado, C; Couturier, G; Mejia, K. 2007. *Mauritia flexuosa* (Arecaceae: Calamoideae), an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. *Fruits*, 62(3): 157-169.
- Domínguez, J; Gutiérrez, R; Delia, A; Prieto, F; Acevedo, O. 2012. Sistema de notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(1), 141-155.
- Endress, BA; Horn, CM; Gilmore, MP. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. *Forest ecology and management*, 302, 346-353.

- Espinoza, L; Slaton, NA; Mozaffari, M. 2012. Como interpretar los resultados de los análisis de suelos. Cooperative Extension Service, University of Arkansas, US Department of Agriculture, and county governments cooperating. 4 p.
- Flores, J. 2016. Identificación del sexo en plantaciones de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f) a partir de las inflorescencias, en José Crespo y Castillo. Tesis Ing. Forestal. Tingo María- Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 131 p.
- Freitas, L; Pinedo, M; Linares, C; Del Castillo, D. 2006. Descriptores del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.). Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana . 37 p.
- Gabinete de Climatología y Meteorología. 2019. Datos del clima de los meses Agosto del 2018 a Marzo 2019. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 1 p.
- Galeano, G. 1991. Las Palmas de la Región de Araracuara. Primera Edición. Tropembos-Cali-Colombia. Editorial Ricardo Agudelo S. 180 p.
- Galeano, A; Urrego, LE; Sánchez, M.; Peñuela, MC. 2015. Environmental drivers for regeneration of *Mauritia flexuosa* L.f.in Colombian Amazonian swamp forest. Aquatic Botany. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.02.001>
- Garrido, S. 1994. Interpretación de análisis de suelos (No. 16489/J). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 40 p.
- González, A; Torres, G. 2010. Manual cultivo de aguaje. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. 38 p.
- Henderson, A. 1995. The Palms of the Amazon. Oxford University Press, New York, USA. 362 p.
- Holm, J; Millar, CJ; Cropper Jr, WP. 2008. Population Dynamics of the Dioecious Amazonian Palm *Mauritia flexuosa*: Simulation Analysis of Sustainable Harvesting. Biotropica. 40 (5): 550-558.

- Horn, CM; Gilmore, MP; Endress, BA. 2012. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management* 267: 93-103.
- INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo, Ecuador). 1997. *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos*. 194 p.
- Isaza, C. 2013. Moriche o canangucho (*Mauritia flexuosa*). Pág. 134 – 142 en Bernal, R., Galeano, G., (eds), *Cosechar sin destruir, Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia – Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Isaza, C; Bernal, R; Howard, P. 2013. Uso, producción y conservación de la fibra de palma en América del Sur: una revisión. *Diario de Ecología Humana*, 42 (1), 69-93.
- Isaza, C; Galeano, G; Bernal, R. 2013. Manejo actual de *Mauritia flexuosa* para la producción de frutos en el sur de la Amazonia colombiana. Capítulo 15. Pp. 243-273. En: Lasso, CA; Rial, A; González-Boscán, V. (Editores). 2013. VII. Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Isaza, C. 2015. Evaluación del efecto de la cosecha de frutos en la dinámica poblacional de tres especies de palmas Amazónicas. Tesis Doctorado en Ciencias-Biología. Bogotá-Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 287 p.
- Jaramillo, F. 2002. *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Universidad Nacional Colombia, editor. Medellín, Colombia. 619 p.
- Kahn, F; Mejia, K; Moussa, F; Gómez, D. 1993. *Mauritia flexuosa* (Palmae): La más acuática de las palmeras amazónicas. En: Kahn, F. León, B. Young, K. 1993. Las

plantas vasculares en las aguas continentales del Perú. Tomo 75, Capítulo VIII: 287-308.

Khorsand Rosa, R. S. 2013. "Influence of Habitat on the Reproductive Ecology of the Amazonian Palm, *Mauritia flexuosa*, in Roraima, Brazil". FIU Electronic Theses and Dissertations. Paper 842. <http://digitalcommons.fiu.edu/etd/842>

LASPAF (Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, Perú). 2018. Métodos seguidos en el análisis de suelos y tabla de interpretación. Facultad de Agronomía – Departamento de Suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1 p.

Manzi, M; Coomes, OT. 2009. Managing Amazonian palms for community use: a case of aguaje palm (*Mauritia flexuosa*) in Peru. *Forest Ecology and Management* 257, 510–517

MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). 2011. Dirección General de Competitividad Agraria, editor. Cadena Agroproductiva de Papa. Manejo y Fertilidad de Suelos Lima, Perú. p. 67- 74.

Navarro, S; Navarro, G. 2003. Química Agrícola. 2da edición. Madrid: Mundi Prensa. 488 p.

Navarro, B. 2006. Estudio de las cadenas productivas de aguaje y tagua – Reserva Nacional Pacaya Samiria. ProNaturaleza, TNC, USAID, Lima, 20 p.

Padoch, C. 1988. Aguaje *Mauritia flexuosa* L.f. in the economy of Iquitos, Peru. *Advances in Economic Botany* 3: 214-224

Ponce, M. 2002. Patrones de caída de frutos en *Mauritia flexuosa* L. f. y fauna involucrada en los procesos de remoción de semillas. *Acta botánica venezolana*. p. 119-142.

- Porta, J; López, M; Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2da edición. Ediciones Mundi – Prensa. 929 p.
- Pritchett, WL. 1991. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Editorial LIMUSA, S.A. México, D.F. ISBN 968-18-1784-2. 634 p.
- Reynel, C; Pennington, R.; Pennington, T; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. ICRAF, International Center for Research in Agroforestry. Editorial Breña. Lima, Perú. 510 p.
- Rodriguez, J. 2008. Evaluación de una plantación de *Mauritia flexuosa* L.f (aguaje) con fines de manejo sostenido en el Centro de Investigación y Enseñanza forestal Puerto Almendras, Iquitos- Perú. Tesis Doctorado en Ciencias Ambientales. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 105 p.
- Salazar, C. 1967. El aguaje *Mauritia flexuosa* L.f. Revista Forestal del Perú. Vol. 01. No. 02. Lima-Perú. p. 65-68.
- Sampaio, M; Belloni, I; Benedetti, I. 2008. Harvesting Effects and Population Ecology of the Buriti Palm (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae) in the Jalapão Region, Central Brazil. Economic Botany, 62(2): 171–181
- Storti, E. 1993. Biología floral de *Mauritia flexuosa* L. f. na regio de Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazónica. 23(4): 371-381.
- Trujillo-González, J; Torres Mora, M; Santana- Castañeda, E. 2011. La palma de moriche (*Mauritia flexuosa* L. f .) un ecosistema estratégico. Colombia Orinoquia 15: 62-70
- Toro, E. 2014. Fenología y Producción de Frutos de *Mauritia flexuosa* L.f. en Cananguchales del Sur de la Amazonía Colombiana. Tesis Msc, Medellín-Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 37 p.

- Triana, M.; Molina, L. 1998. Experiencias con palma canangucha (*Mauritia flexuosa* L. f) del proyecto pie de monte caqueteño. En: Memorias taller sobre palmas amazónicas. Corpoica, regional Amazonia. Florencia. 62 p.
- Urrego, L. 1987. Estudio preliminar de la fenología de la canangucha (*Mauritia flexuosa* L. f.). Colombia amazónica, Vol.; 2 (2).
- USDA. 1999. Soil Quality Test Kit Guide. Washington. D.D: Agricultural Research Service and Natural Resources Conservation Service-Soil Quality Institute. Soil Quality Institute. 88 p.
- USDA. 2011. Soil Quality Indicators: Soil Electrical Conductivity. Washington D.C: USDA. 2 p.
- van der Hoek, Y; Solas, SÁ; Peñuela, MC. 2019. The palm *Mauritia flexuosa*, a keystone plant resource on multiple fronts. *Biodiversity and Conservation*, 28(3), 539-551.
- Vargas, R. 2009. Guía para la descripción de suelos (No. FAO 631.44 G943 2009). FAO, Roma (Italia). 111 p.
- Vargas, Y; Puerta, R; Palomino, F. 2013. Comportamiento de los descriptores de caracterización del aguaje *Mauritia flexuosa* L.F. en plantaciones en fajas de enriquecimiento en Tingo María. *Revista Investigación y Amazonía*. 3 (2): 71-76.
- Villachica, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima, Perú. 367 p.
- Zavaleta, A. 1992. Edafología: El suelo en relación con la Producción. Lima: A & B S.A. 223 pp.

VIII. ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables
UNIDAD ACADÉMICA DE SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCIÓN

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Tingo Maria, 04 de agosto del 2018

Ing. CALDAS DE LA CRUZ BRAYAN ANDRÉ

Alumno de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Presente:

El motivo de la presente es para informarle la aceptación para que ejecute su investigación de tesis titulada **"Las plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa* "Aguaje" en Tingo Maria, Perú"** en la Unidad Académica de Sistemas Integrales de Producción, perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Es cuanto informo a usted para los fines que estime por conveniente.

Atentamente,

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Escuela Académica de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva
SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCIÓN


Ing. Klaus Vargay Ciment
Jefe

Anexo 1. Aceptación de la ejecución de la tesis

UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables
UNIDAD ACADÉMICA DE SISTEMAS INTEGRÁLES DE PRODUCCIÓN

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El que suscribe Dr. Ytavelrh Vargas Clemente, Jefe de la Unidad Académica de Sistemas Integrales de Producción de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, otorga la presente constancia al Ing. Brayan André Caldas de la Cruz, egresado de la maestría de Bosques y Gestión de Recursos Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, quien ha ejecutado su proyecto de investigación titulado **"Las plantaciones experimentales de *Mauritia flexuosa* "Aguaje" en Tingo María, Perú"** desde los meses de Agosto del 2018 a Marzo del 2019.

Se otorga la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Tingo María 10 de junio del 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIDAD ACADÉMICA DE SISTEMAS INTEGRÁLES DE PRODUCCIÓN

Ing. Ytavelrh Vargas Clemente
Jefe

Anexo 2. Constancia de ejecución de la tesis



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : BRAYAN ANDRE CALDAS DE LA CRUZ

Departamento : HUANUCO
 Distrito : PUEBLO NUEVO
 Referencia : H.R. 65663-162SC-18

Bolt: 2073

Provincia : LEONCIO PRADO
 Predio :
 Fecha : 12/11/18

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	
														meq/100g			
14839	Sector Tulumayo 1	4.96	0.21	0.00	2.87	9.6	100	25	42	33	Fr Ar	19.20	8.09	1.35	0.30	0.53	
14840	Sector Tulumayo 2	4.83	0.16	0.00	3.45	19.4	124	19	36	45	Ar	23.68	12.40	2.33	0.38	0.57	
14841	Sector Tulumayo 3	4.62	0.18	0.00	2.18	11.5	130	29	38	33	Fr Ar	17.92	7.03	1.77	0.39	0.52	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab	Número de Muestra Claves	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	D.A g/cc
14840	Sector Tulumayo 2	788.00	7.76	14.24	24.56	0.18	1.20
14841	Sector Tulumayo 3	494.40	3.68	38.40	3.12	0.28	1.25



Sady García Bendezi,
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 3. Análisis de suelo variables físicas y químicas



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : BRAYAN ANDRE CALDAS DE LA CRUZ
PROCEDENCIA : HUANUCO/ LEONCIO PRADO/ PUEBLO NUEVO
REFERENCIA : H.R. 65663
BOLETA : 2073
FECHA : 12/11/2018

Número de Muestra		Color	Nombre del Color
Lab	Campo		
14839	Sector Tulumayo 1	7.5 YR 5/4	Pardo
14840	Sector Tulumayo 2	7.5 YR 5/4	Pardo
14841	Sector Tulumayo 3	7.5 YR 5/4	Pardo

Nota: Determinación realizada con muestra de suelo seca.



Sally García Bendezú
Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Gabinete de Meteorología y Climatología



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Tingo María, 14 de Mayo de 2019

ESTACIÓN : TULLUMAYO
MES : AGOSTO – DICIEMBRE 2018 Y ENERO – MARZO 2019.
AÑO : 2019

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 07' 22" Sur Longitud: 76° 02' 30,5" Oeste Altitud 613 msnm

MESES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
AGO. 2018	30,7	19,0	25,1	62	115,6
SET. 2018	32,3	20,0	26,1	79	69,4
OCT. 2018	30,3	21,0	25,7	83	203,1
NOV. 2018	29,6	21,3	25,4	86	532,0
DIC. 2018	30,3	21,4	25,8	83	346,3
ENE. 2019	28,9	21	25,4	83	225,2
FEB. 2019	29,6	21,0	25,3	84	285,2
MAR. 2019	29,5	20,7	25,1	82	483,7

UNAS - TINGO MARÍA



Ing. Nec. Lucio Margales De Lara Suarez

Anexo 5. Datos meteorológicos



Anexo 6. Ganado lechero comiendo los frutos de aguaje en la plantación 3



Anexo 7. Planta de aguaje en producción



Anexo 8. Altura de inserción de racimo



Anexo 9. Plantación de aguaje