

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**Aplicación de técnicas silviculturales para el aumento de follaje y semillas en
plantaciones de Moringa oleífera en Ica, Perú.**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de Ingeniero Forestal.

José Giancarlo Castro Salazar

Lima-Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“APLICACIÓN DE TECNICAS SILVICULTURALES PARA EL
AUMENTO DE FOLLAJE Y SEMILLAS EN PLANTACIONES
DE MORINGA OLEÍFERA EN ICA, PERÚ.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TITULO DE INGENIERO FORESTAL.**

JOSÉ GIANCARLO CASTRO SALAZAR

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

**Ing. Miguel Ángel Meléndez Cárdenas, Dr.
Presidente**

Ing. Akira Armando Wong Sato, Dr.

Miembro

Lic. Quim. Deysi Rocío Guzmán Loayza

Miembro

**Ing. José Eloy Cuellar Bautista, Dr.
Asesor**

A mis padres, por su apoyo incondicional

A mi Blanquita, un beso al cielo

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque está conmigo en cada paso que doy.

A mis padres que son mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más y por creer siempre en mi capacidad.

Al Profesor Eloy Cuellar por su asesoramiento en el desarrollo de este trabajo.

A mi hermana Paola por su gran corazón y dar más de la cuenta.

A mi hermano Cristhian por todas las risas que nos arrancamos juntos

A Yanett, por esa sonrisa que hace que todo lo malo se vaya en un segundo, ¡Te amo!

A mi sobrina Pía por llenar de alegría mis días.

A mi Blanquita que guía cada uno de mis pasos desde lo más alto.

A mis amistades que me apoyaron y con sus ocurrencias hicieron más llevadera esta etapa.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1 Descripción de la empresa.....	3
1.1.1. Ubicación.....	3
1.1.2. Actividad.....	4
1.1.3. Organización.....	6
1.2. Descripción general de la experiencia	7
1.2.1. Actividad desempeñada.....	7
1.2.2. Propósito del puesto	8
1.2.3. Reactivación de fundos de la zona Sur del país	8
1.2.4. Resultados obtenidos	9
II. FUNDAMENTO TEORICO.....	10
2.1 Revisión de literatura.....	10
2.1.1 Manejo de plantaciones	10
2.1.2. Técnicas silviculturales.....	11
2.1.3 Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam)	12
2.2 Metodología.....	16
2.2.1 Ubicación.....	16
2.2.2 Materiales	17
2.2.3 Metodología.....	18
III. APORTE Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS	23
3.1 Aporte profesional.....	23
3.1.1. Diseño, establecimiento y supervisión de las actividades para la recuperación de la plantación de moringa	23
3.1.2 Acciones para incrementar la producción de hojas y semillas por hectarea	24
3.2 Ejecución del manejo silvicultural - Desarrollo de experiencias.....	26
3.2.1. Aumento de follaje y semillas	26
3.2.2. Beneficios de la empresa	27

IV. CONCLUSIONES.....	28
V. RECOMENDACIONES.....	29
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	30
VII. APENDICES.....	34
VIII. ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de los fundos de la empresa Puerto Agrícola Inka SAC	4
Tabla 2: Personal a cargo	7
Tabla 3: Coordenadas y extensión de los fundos	16
Tabla 4: Maquinaria, equipos, herramientas, materiales e insumos.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la sede en Lima.....	3
Figura 2: Plantación de moringa Fundo Godofredo.....	5
Figura 3: Plantación de moringa Fundo Aguada de Palo.....	5
Figura 4: Organigrama de la empresa Puerto Agrícola Inka SAC	6
Figura 5: Ubicación Fundo Godofredo	16
Figura 6 : Ubicación Fundo Aguada de Palo	17
Figura 7: Terreno antes y después de la limpieza con tractor.....	18
Figura 8: Poda sanitaria en fundo Godofredo	20
Figura 9: Semillas de moringa	21

ÍNDICE DE APENDICES

Apéndice A: Producción de moringa.....	35
Apéndice B: Fotografías de la plantación de moringa en el Fundo Godofredo – producción de semillas.....	37
Apéndice C: Fotografías de la plantación de moringa en el Fundo Aguada de Palo – producción de follaje.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Resultados de evaluación de suelos	48
Anexo B: Resultados análisis de agua	50
Anexo C: Dosis de fertilizantes por planta.....	52
Anexo D: Constancia de experiencia laboral en Puerto Agrícola Inka SAC	54

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como propósito demostrar que mediante la aplicación de técnicas silviculturales para el aumento de follaje y semillas en plantaciones de *Moringa oleifera* Lam se ha logrado mejorar la situación económica en una empresa agrícola, estos conocimientos fueron adquiridos durante los estudios de la carrera de Ingeniería Forestal, se ha realizado el manejo de dos plantaciones de 11 ha en total de *Moringa oleifera* Lam en dos fundos de la empresa Puerto Agrícola Inka SAC en la región de Ica. Estos fundos presentaban baja productividad y carecían de un manejo forestal adecuado debido al mal diseño de plantación de acuerdo con el objetivo planeado y desconocimiento del manejo silvicultural generando que no sea rentable y en la empresa se consideró cambiar de cultivo, siendo esta la problemática a resolver durante el ejercicio profesional en la empresa. Para revertir esta situación, la metodología empleada consistió en un diagnóstico inicial, limpieza del terreno, manejo de la plantación, tratamientos pre germinativos y silviculturales con el fin de incrementar el follaje y semillas en ambos fundos, así como los tratamientos silviculturales aplicados acorde a los objetivos de producción de follaje y semillas. El resultado final obtenido fue que se recuperaron once hectáreas de plantaciones de moringa distribuidas en dos fundos: Godofredo y Aguada de Palo, el personal de campo fue capacitado en tratamientos silviculturales para el manejo de la plantación y la recuperación económica de la empresa.

Palabras claves: tratamientos silviculturales; manejo; plantaciones; moringa.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency aims to demonstrate that through the application of silvicultural techniques to increase foliage and seeds in *Moringa oleifera* Lam plantations, it has been possible to improve the economic situation in an agricultural company, this knowledge was acquired during the studies of In the Forest Engineering career, two plantations of 11 ha in total of *Moringa oleifera* Lam have been managed on two farms of the Puerto Agrícola Inka SAC company in the Ica region. These farms had low productivity and lacked adequate forest management due to poor plantation design in accordance with the planned objective and ignorance of silvicultural management, causing it to be unprofitable and the company considered changing crops, this being the problem to solve during professional practice in the company. To reverse this situation, the methodology used consisted of an initial diagnosis, cleaning of the land, management of the plantation, pre-germination and silvicultural treatments in order to increase the foliage and seeds in both farms, as well as the silvicultural treatments applied according to the foliage and seed production targets. The final result obtained was that eleven hectares of moringa plantations were recovered distributed in two farms: Godofredo and Aguada de Palo, the field personnel were trained in silvicultural treatments for the management of the plantation and the economic recovery of the company.

Keywords: silvicultural treatments; management; plantations; moringa.

PRESENTACIÓN

El éxito de las plantaciones está sujeto a un adecuado manejo forestal acorde al objetivo de la plantación o uso final que se le dará a la especie. Al iniciar el servicio profesional en la empresa Puerto Agrícola Inka SAC, se encontró con dos plantaciones de *Moringa oleifera* Lam de dos años con problemas por ausencia de manejo silvicultural como que no contaban con la altura propia de la edad y una visible presencia de agentes patógenos, lo que reflejaba una baja producción en hojas y semillas. Estas plantaciones evidenciaban la ausencia del manejo silvicultural, mantenimiento nulo, alta mortandad, riegos deficientes, proliferación de malezas, ataque de plagas y suelos sin mejoramientos. Además, la falta de recursos económicos de la empresa no permitió realizar la reposición con plántones de moringa provenientes de viveros, por lo que se optó por la propagación sexual y asexual de la especie. Las decisiones tomadas para revertir esta situación fue realizar enriquecimiento mediante el incremento de la densidad de la plantación, aplicación de técnicas silviculturales, eficiente manejo forestal, mejoramiento del suelo y el uso eficiente del agua.

Las metas asignadas durante el ejercicio laboral fueron la repoblación de dos plantaciones de moringa y luego incrementar el nivel de producción tanto de follaje como de semillas, para lograr dichas metas se puso en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la carrera de Ingeniera Forestal, empleando conocimientos vinculados al campo temático de Biodiversidad de ecosistemas forestales, considerando las labores silviculturales y manejo de plantaciones dentro de este campo.

Este documento demuestra como la experiencia adquirida en la formación profesional como ingeniero forestal, permitió mejorar la productividad de las plantaciones, realizando diferentes actividades para revertir la problemática durante el ejercicio profesional del autor, entre los años 2018 al 2020, bajo el cargo de Jefe de Fondos del área de agronegocios de la empresa mencionada.

INTRODUCCIÓN

Moringa oleifera Lam es un árbol originario del sur del Himalaya, India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se ha sido introducido en diferentes partes del mundo debido a su fácil adaptación (Godino, Izquierdo, & Arias, 2013; Pérez, Sánchez, Armengol, & Reyes, 2010). La propagación puede ser sexual por semillas o asexual por estacas, crece bien en zonas áridas y semiáridas, además soporta largos periodos de sequía y suelos pobres (Folkard & Sutherland, 1996). Por este motivo ha sido sembrada en diferentes zonas de la costa del Perú.

Para el caso propio de la empresa, se instalaron plantaciones con el fin de ingresar al mercado del sector alimenticio enfocándose en la producción de hojas y semillas para consumo humano. Al iniciar el servicio profesional se encontró que las dos áreas con plantaciones evidenciaban la ausencia del manejo silvicultural de las plantaciones, con mortandad superior al 30% y ataque de plagas de 90% como la araña roja *Tetranychus urticae* y trips *Thrips tabaci* Linderman.

Las actividades que se desarrollaron en el marco de reactivar los fundos son propiamente silviculturales y manejo de la plantación. Dentro de los tratamientos silviculturales se dividió en dos grupos: pre germinativos, donde se realizaron los tratamientos de hidratación, escarificación mecánica y estratificación, mientras que el otro grupo está conformado por los tratamientos silviculturales para la propagación como estacas y acodos.

Una vez recuperadas las plantaciones se procedió al manejo de plantación, considerando la limpieza del terreno, podas, riego, control de plagas y enfermedades, entre otros.

En este documento se presenta las actividades desarrolladas para mejorar e incrementar la producción de la plantación, así como las conclusiones y recomendaciones producto de la experiencia profesional.

Objetivo general

Incrementar la productividad en follaje y semillas de plantaciones de *Moringa oleifera* Lam. en base a técnicas silviculturales.

Objetivos específicos

- Ejecutar actividades silviculturales para la recuperación de dos plantaciones de *Moringa oleifera* Lam.
- Propagar de manera sexual y asexual material de la *Moringa oleifera* Lam.
- Manejar la calidad para incrementar la producción de dos plantaciones de 11 hectáreas en total de *Moringa oleifera* Lam.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

Puerto Agrícola Inka SAC, es una empresa privada dedicada al rubro agrícola, ganadero y forestal, cuenta con nueve fundos distribuidos en la costa, sierra y selva del Perú. Inició sus actividades en el año 2002. El objetivo de la empresa es posicionarse en un mercado competitivo con cultivos cuyo valor en los mercados nacionales e internacionales sean atractivos. En tal sentido, la empresa instaló plantaciones de *Moringa oleifera* Lam en dos fundos de la ciudad de Ica a inicios del año 2017.

1.1.1. Ubicación

La sede central de la empresa se encuentra ubicado en la Calle Chimú 215, distrito de Pueblo Libre, región Lima. En la figura 1 se puede observar la ubicación de la sede.

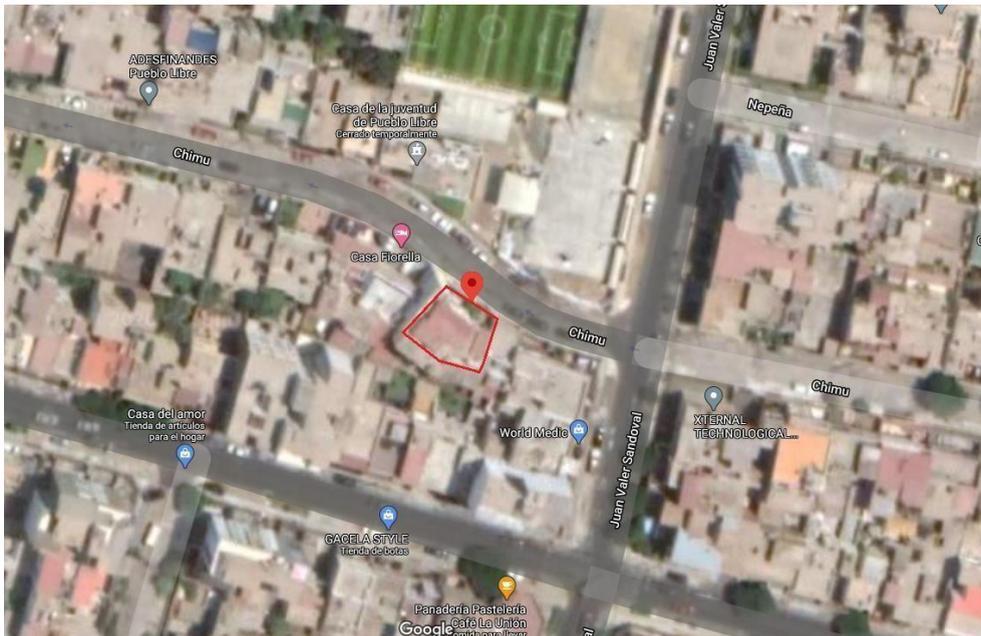


Figura 1: Ubicación de la sede en Lima

Fuente: Extraído de Google maps.

En la tabla 1 se muestra la ubicación de los fundos y su actividad principal.

Tabla 1: *Ubicación de los fundos de la Empresa Puerto Agrícola Inka SAC*

Fundo	Ubicación	Actividad principal
Aguada de Palo.	Ica	Plantaciones de moringa
Godofredo.	Ica	Plantaciones de moringa
Don Alejandro	Ica	Cultivo de granada
Don Edmundo	Ica	Cultivo de palta Hass
Don Félix	Ica	Cultivo de granada y maíz
Mashoca	Codo de Pozuzo – Huánuco	Cultivo de achiote, plantaciones forestales y ganado vacuno
Chancayllo	Huacho – Lima	Cultivo de holantao
Paraíso	Huacho – Lima	Cultivo de holantao
Poroto	Trujillo – La Libertad	Producción de cochinilla

Fuente: Elaboración propia

1.1.2. Actividad

a. Actividades agrícolas

- Producción y comercio nacional de: granada, granada, palta hass, maíz y achiote,
- Producción y comercio internacional: granada, palta hass y holantao.

b. Actividades forestales

- Producción y comercio de semillas y follaje de moringa como productos forestales no maderables. En las figuras 2 y 3 se pueden observar las plantaciones de moringa en los Fundos Godofredo y Aguada de Palo respectivamente.
- Venta de madera de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) y *Cedrelinga cateniformis* (tornillo).



Figura 2: Plantación de moringa Fundo Godofredo



Figura 3: Plantación de moringa Fundo Aguada de Palo

c. Actividades ganaderas

- Crianza de ganado vacuno para la producción y comercio local.

1.1.3. Organización

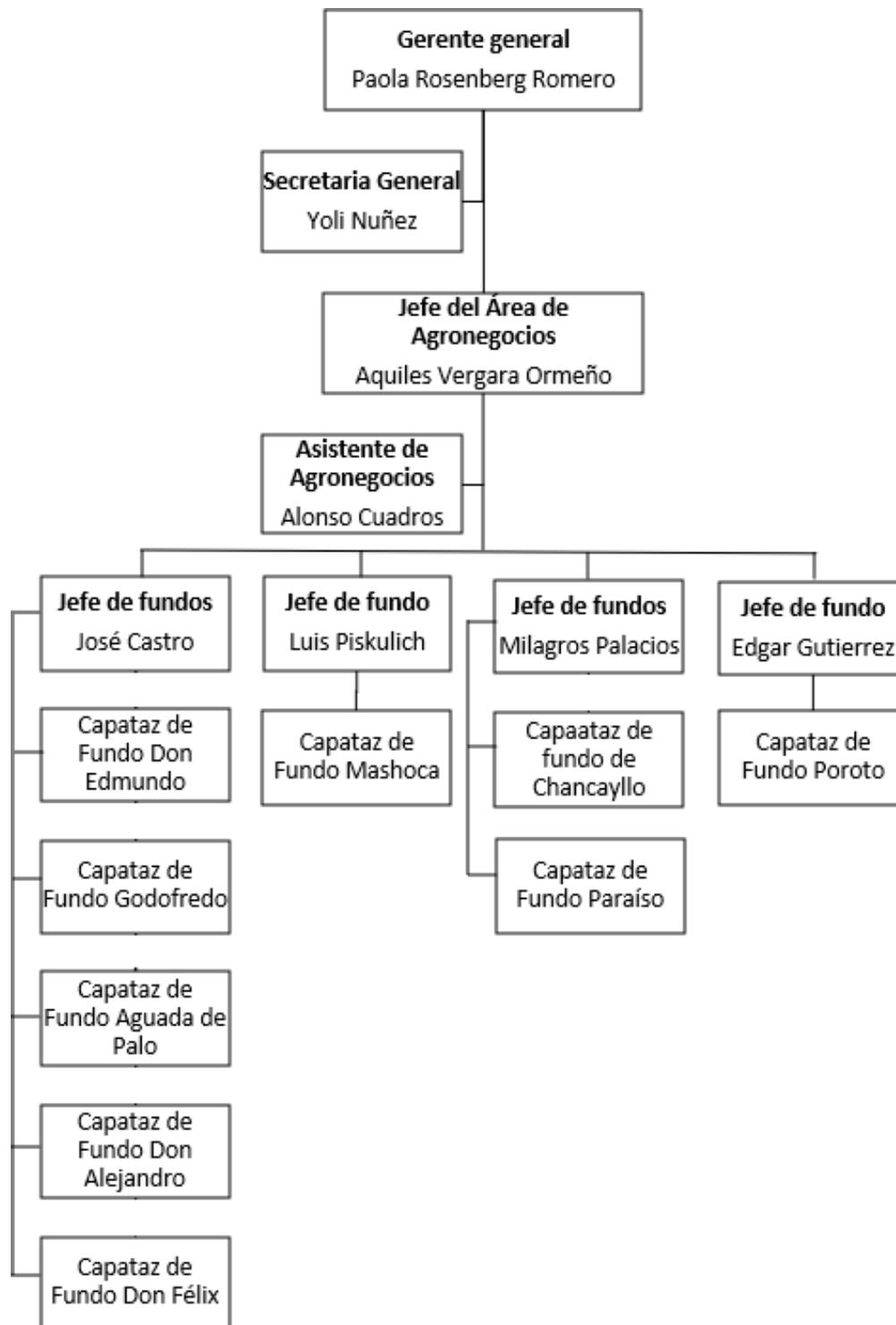


Figura 4: Organigrama de la empresa Puerto Agrícola Inka SAC

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Descripción general de la experiencia

El cargo desempeñado en la experiencia profesional corresponde a Jefe de fundos del Área de Agronegocios bajo el régimen laboral de planilla, siendo responsable de cinco fundos, todos ellos ubicados en la región de Ica. En la Tabla 2 se muestra los trabajadores a cargo por fundo, cabe resaltar que los capataces se encontraban en planilla y los operarios eran terceros eventuales.

Tabla 2: *Personal a cargo por fundo*

Fundo	Capataz	Nº Operarios
Aguada de Palo.	Alejandro Jochayhua Torres	20
Godofredo.	Alejandro Jochayhua Torres	20
Don Alejandro	Alejandro Jochayhua Torres	33
Don Edmundo	Rodolfo Cajamarca Gutierrez	10
Don Félix	Teófilo Villegas Jesús	10

Fuente: Elaboración propia

Al asumir el cargo de Jefe de Fundos la primera actividad que se realizó fue una inspección inicial de todos los cultivos agrícolas y forestales, encontrando una deficiencia en las plantaciones de moringa, para el desarrollo de este documento el tema principal será el manejo de dos plantaciones de *Moringa oleifera*.

1.2.1. Actividad desempeñada

Bajo el cargo de jefe de Fundos, se tuvo las siguientes responsabilidades:

- Manejo de plantaciones de moringa.
- Introducir continuas mejoras en los procesos de plantación y recolección de semillas de moringa.
- Implantar medidas de protección de las plantaciones y manejo de plagas.
- Actualizar el inventario del equipo técnico y de los utensilios agrícolas.
- Reclutar y contratar mano de obra para el trabajo diario y estacional.
- Capacitar al personal para un adecuado desempeño de actividades.

- Garantizar las labores eficientes para la siembra, el riego y la producción.
- Determinar los presupuestos para todas las áreas de cultivo.
- Cumplir con las metas de producción.
- Coordinaciones con todos los actores involucrados en la cadena productiva de moringa.
- Emitir informes y documentos en el ámbito de su competencia y requerimiento del Área de Agronegocios.

1.2.2. Propósito del puesto

La empresa no contaba con los conocimientos adecuados para el manejo de una plantación forestal, ya que anteriormente solo se habían dedicado a cultivos agrícolas como: zanahoria, camote, algodón, etc. Cuando sembraron los plántones de moringa lo hicieron con un distanciamiento de 5x5 m no acorde con el objetivo de la plantación. Además, su bajo mantenimiento incrementó la presencia de malezas como la papilla (*Pitreaea cuneato-ovata*), que por su rápida propagación y competencia con los plántones de moringa generaron una alta mortandad en estos.

Adicionalmente la plantación estaba cercana a un campo de espárragos, en dicho cultivo se realizaban labores de chapodo (práctica cultural en la que eliminan la parte aérea de la planta para iniciar el ciclo vegetativo del cultivo), por lo que todas las plagas comunes del espárrago, como arañita roja *Tetranychus urticae* y trips *Thrips tabaci* Linderman se trasladaban inmediatamente a la plantación de moringa, perjudicándola fitosanitariamente.

Todos estos factores hicieron que la plantación de moringa no sea rentable y se consideró en cambiar de cultivo. Por lo que el jefe de agronegocios me designa como personal permanente a cargo del manejo de los fundos en la ciudad de Ica con la finalidad de revertir esta situación confiando en que un profesional del área forestal podría asumir esta responsabilidad.

1.2.3. Reactivación de fundos de la zona sur del país

La empresa cuenta con cinco fundos en la zona sur, la experiencia profesional abarca el manejo adecuado de estos fundos con fines de garantizar una buena producción de los diferentes cultivos agrícolas y forestales.

La recuperación de las plantaciones de moringa fue una de las actividades, parte de un proyecto mayor que es la recuperación y reactivación comercial de los cultivos producidos en cinco fundos de la zona sur del país. Las actividades de repoblación de moringa y posteriormente tratamientos silviculturales se dieron dentro de los fundos: Godofredo y Aguada de Palo.

1.2.4. Resultados obtenidos

- Se recuperaron once hectáreas de plantaciones de moringa distribuidas en dos fundos: Godofredo y Aguada de Palo
- El personal de campo fue capacitado en prácticas de manejo como podas sanitarias, de mantenimiento y formación, también en tratamientos silviculturales como acodos y estacas.
- Cuando se ingresó a la empresa las plantaciones de moringa representaban pérdidas económicas, con la primera cosecha durante mi estadía como jefe de fundo se recuperó lo invertido y luego se generó ganancias para la empresa.

II. FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Manejo de plantaciones

La FAO (2000) define las plantaciones como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o indígenas. Para Helms (1998) citado por Dávila (2014) una plantación forestal es un ecosistema boscoso en el que se establece plántulas, semillas o ambos en el terreno, en el proceso de forestación o reforestación.

Las plantaciones forestales tienen como fin principal la producción de bienes, tales como madera, productos diferentes de la madera y servicios ambientales provenientes de bosques, para el éxito de una plantación, es necesario planificar y establecer metas y objetivos realistas (FONAM, 2007).

Los aspectos más relevantes que se deben considerar en el establecimiento de una plantación son la selección del sitio y la especie más adecuada a las condiciones de clima y suelo, habilitación y preparación del terreno, así como las labores culturales pre y post plantación, calidad de plantas, época y técnica de plantación, entre otros (García, Sotomayor, Silva, & Valdebenito, s. f.).

La selección adecuada de la especie está en función del objetivo de la plantación y el sitio donde se va a sembrar, considerando las condiciones edafoclimáticas de la zona (Dávila, 2014; E. García, Sotomayor, Silva, & Valdebenito, s. f.). El propósito de la plantación define el distanciamiento inicial según lo mencionan INEFAN & FAO (1998).

El manejo forestal se define como el conjunto de medidas técnicas y de gestión para la producción forestal sostenible, cubre las etapas de: cuidado de la plantación, transformación de materias primas y comercialización de productos finales (FONAM, 2007). Aguirre (2015) define al manejo forestal como un principio que asegura la producción de bienes y servicios a partir de ecosistemas forestales, donde las actividades que se realizan son consideradas como interacciones ecológicas, económicas y sociales, dentro área definida, a corto y largo plazo.

En el manejo de plantaciones, el monitoreo es la actividad que permite conocer la plantación y establecer los cuidados necesarios como poda, deshierbe, fertilización, raleos y otros (FONAM, 2017)

2.1.2 Técnicas silviculturales

Las labores silviculturales son fundamentales en el manejo forestal, a continuación, se detallan algunas técnicas.

a. Tratamientos pre - germinativos

Los tratamientos pre-germinativos son aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas (Varela & Arana, 2011). Los métodos pre-germinativos más comunes son los siguientes:

a.1. Hidratación

Comprende el remojo de la semilla en agua u otros líquidos, estos tratamientos combinan dos efectos: ablandar la cubierta dura y extraer por lixiviación los inhibidores químicos (FAO, 1991).

a.2. Escarificación

Es el tratamiento que destruye o reduce la impermeabilidad de la cubierta de la semilla (Bonner, 1984 citado por FAO, 1991), se usa cuando la testa o cubierta seminal es dura e impide la entrada de agua (latencia física), y la semilla no germina al menos que esta sea escarificada. La escarificación puede ser de dos tipos: mecánica, consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo; y química, se remoja la semilla por periodos breves en compuestos químicos (Varela & Arana, 2011).

a.3. Estratificación

Tratamiento que se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, como arena, turba o vermiculita, en frío o calor (Varela & Arana, 2011)

b. Podas

Técnica silvicultural que regula la capacidad vegetativa y reproductiva de las plantas, existen varios criterios para clasificar la poda. Según el objetivo se clasifican en: poda de plantación, aquella que se realiza para regular la parte aérea y radicular en el momento de plantación; poda de formación, es la que define la estructura o esqueleto de la planta; y poda de fructificación o producción, que se realiza anualmente para regular la producción y asegurar la renovación de los elementos de fructificación. (Ojer, Reginato, Vallejos, & Boulet, s. f.). Otro tipo de poda es la sanitaria que ayuda a regular la producción y mejora la calidad, es importante, después de realizarla, sacar todos los desechos fuera del lote para evitar la propagación de hongos y plagas (Flórez, Fischer, & Sora, 2000).

2.1.3 Moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

a. Origen y distribución

La moringa (*Moringa oleifera* Lam.) es una especie multipropósito de clima tropical seco. Tiene su origen en el sur del Himalaya, India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Ha sido introducido en diferentes partes del mundo debido a su fácil adaptación (Godino, Izquierdo, & Arias, 2013; Pérez, Sánchez, Armengol, & Reyes, 2010).

El género moringa pertenece a la familia de las Moringaceae, incluye 13 especies conocidas de árboles y arbustos, siendo la *Moringa oleifera* la más conocida y utilizada (Godino, 2016; Liñan, 2010; Olson & Fahey, 2011).

La comisión técnica de Fitomed (2010) citado por Pérez et al. (2010) informa que se conoce a la especie con diferentes nombres comunes, marango, palo jeringa, ben, acacia y jazmín francés. Es un árbol de hasta 9 m de altura. Las hojas son compuestas y están dispuestas en foliolos, con cinco pares de estos acomodados sobre el peciolo principal y un foliolo en la parte terminal. Las hojas son alternas tripinnadas, con una longitud de 30 – 70 cm.

Es un árbol perenne poco longevo, puede vivir 20 años, en la India se han obtenido variedades anuales. Es una especie de rápido crecimiento que aporta elevada cantidad de

nutrientes al suelo, además lo protege de factores externos como la erosión, desecación y altas temperaturas (Liñan, 2010; Pérez et al., 2010)

b. Ecología y manejo de la especie

La moringa es considerada una especie de gran plasticidad ecológica, ya que prospera en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura (Pérez et al., 2010). Esta especie crece y se desarrolla bien en climas tropicales y subtropicales, cuya temperatura media oscila entre los 12,6° y 40°C, además soporta temperaturas mínimas de hasta -1°C y máximas de hasta 48°C (Roloff et al., 2009 citado por Chepote, 2018). Es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1500 mm. Crece en suelos con un rango de pH entre 4,5 y 8, excepto en arcillas pesada, y prefiere suelos neutros o ligeramente ácidos (Reyes, 2006). En zonas tropicales de lluvias repartidas durante todo el año tiene una floración constante, mientras que en zonas de trópico seco y régimen de lluvias bimodal, produce dos cosechas al año (Godino, 2016).

La propagación de esta especie puede ser sexual y asexual. Según García (2003) la propagación sexual es la más utilizada para las plantaciones. La siembra se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm y germinan a los 10 días. El número de semillas por kilogramo varía de 4000 a 4800 y cada árbol puede producir entre 15000 y 25000 por año. Sharma y Rains (1982) citados por Pérez et al. (2010) sostienen que el tiempo de germinación es de cinco a siete días después de la siembra, además esta semilla no necesita tratamientos pre-germinativos y presenta porcentajes altos de germinación, mayores que 90%. A su vez, Noguera, Reyes, & Mendieta (2018) señalan que se logra acelerar la germinación mediante la inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente por 24 horas, registrando alto porcentaje de germinación entre los días 3 y 5 después de la siembra, sin tratamiento la germinación oscila entre siete a doce días.

En la propagación asexual por estacas, estas deben tener un mínimo de 2,5 cm de grosor y una longitud superior a 30 cm (Godino, 2016). En el sur de la India utilizan estacas de 1 a 1,40 m de largo (Ramachandran, Peter, & Gopalakrishnan, 1980). Según Pérez et al. (2010) para ser trasplantado en regiones áridas y semiáridas conviene la propagación por semilla, ya que se producen raíces más profundas, mientras en el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados.

Los tratamientos que se realizan en las plantaciones de moringa dependen del objetivo, en árboles cultivados para forraje se realizan podas para promover el crecimiento de ramas y restringir el desarrollo de la copa (Ramachandran et al., 1980). Las podas son necesarias para estimular la producción de hojas frescas, esta especie admite que se elimine la copa por completo (Liñan, 2010).

La moringa se adapta bien a diferentes densidades de plantación, las cuales se establecen en función al producto que se quiera obtener, para la producción de biomasa se siembra a densidades superiores a 30000 plantas por hectárea y su vida oscila de 4 a 10 años, para la producción de semillas y aceite se siembra a densidades de 300 a 1200 plantas por hectárea, mientras que para la producción de vainas y hojas para consumo humano la siembra se realiza a densidades de 1000 a 10000 plantas por hectárea (Godino, 2016).

García (2003) reporta como plagas predominantes de la moringa en Centroamérica, al gusano defoliador (*Spodoptera spp.*), picudo abultado (*Phantomorus femoratus*) y zompopo o hormiga Atta (*Atta spp.*), para el control de defoliadores y picudos se utilizan métodos manuales, mientras que para el zompopo se realiza destrucción mecánica de madrigueras o zompoperas. Chepote (2018) en su estudio en la Pampa de Villacurí en Ica, señala que no se presentaron plagas ni enfermedades que significarán merma en la producción de follaje o semillas, por lo que el control fue manual.

c. Usos

Villarreal & Ortega (2014) sostiene que la moringa tiene múltiples usos que favorecen importantes industrias, servicios de salud y tiene gran potencial para ser fuente de alimento. En muchas regiones tropicales y subtropicales del mundo el consumo de moringa es tradicional; en África, las ONG promocionan esta especie desde la década del 90, ya que se puede alimentar a bajo costo, con rapidez y eficacia a un gran número de personas (Godino, 2016).

En esta especie puede aprovecharse todas las partes de la planta. Los tallos, flores, frutos y semillas son comestibles, apreciados por sus altos porcentajes de proteínas, vitaminas y minerales (Pérez, 2012 citado por Godino et al., 2013).

Las hojas tienen cualidades nutritivas sobresalientes, el contenido de proteína es del 27%, además tiene cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitamina A y C (Folkard & Sutherland, 1996), se pueden consumir frescas, en forma de ensalada, o secas, en

guisos o como una especia más, también se elaboran complementos nutricionales, en capsulas o infusiones (Godino, 2016). Para el consumo animal, las hojas se utilizan como un forraje altamente nutritivo (Reyes et al., 2006 citado por Olson & Fahey, 2011). Con las hojas de la moringa también se puede producir biogas, productos de limpieza doméstica, abono verde, etc. (Fuglie, 1999 citado por Villarreal & Ortega, 2014). En Nicaragua se ha investigado otros usos para la moringa, utilizando el jugo de la planta para producir una hormona efectiva para el crecimiento de las plantas (Fuglie, 2000).

Los frutos jóvenes y semillas producen un aceite comestible y lubricante de alta calidad. Los desechos del prensado de las semillas contienen uno de los floculantes o aglutinantes vegetales más potentes que pueden eliminar la turbidez del agua (Reyes et al., 2006 citado por Olson & Fahey, 2011). Godino (2016) sostiene que las semillas contienen entre 33 y 41% de un aceite de calidad, mientras que Falasca y Bernabé (2008) citados por Pérez et al. (2010) señalan que el contenido de aceite en las semillas es entre 31 a 47 %, considerándolo un cultivo atractivo para producción de biodiesel. Las semillas se pueden consumir verde, tostado en polvo, relleno de té o utilizados en curries (Gassenschmidt et al., 1995 citado por Villarreal & Ortega, 2014).

Esta especie tiene distintos usos farmacéuticos, medicinalmente se usan hojas, cortezas y raíces. Se le atribuye múltiples propiedades: antiescorbútico, antiinflamatorio, antimicrobiano, cicatrizante, diurético, purgante rubefaciente, estimulante expectorante, febrífugo y abortivo (Liñan, 2010)

La madera es de baja densidad, se utiliza como leña, en carbón vegetal y, por su celulosa, para papel y bioetanol (Godino et al., 2013). La leña es considerada un combustible aceptable, ya que proporciona 4600 kcal/kg (Liñan, 2010). En la India usan la madera para lanzaderas y otros instrumentos para la industria textil (Liñan, 2010).

La corteza se utiliza para la extracción de una goma y de ambas se extraen taninos que son utilizados para industria del curtido de pieles (Liñan, 2010).

Además de todos los usos en productos que se pueden obtener de la moringa, esta especie también proporciona muchos servicios ya que puede crecer como cerco vivo o cortina rompeviento y es adecuada para lugares con fuerte problemas de erosión (Folkard & Sutherland, 1996). García (2003) señala que la moringa es una planta melífera por excelencia, rico en polen y néctar.

2.2 Metodología

2.2.1. Ubicación

El presente estudio se desarrolló en los Fundos Godofredo y Aguada de Palo, ubicados en el distrito de Santiago, provincia de Ica, región de Ica.

Geográficamente el distrito de Santiago se encuentra ubicado en la zona 18L, con coordenadas $14^{\circ}15'59.7''\text{S}$ y $75^{\circ}41'32.1''\text{W}$ y a una altitud de 374 msnm. En la tabla 3 se muestran las coordenadas y la extensión de cada fundo.

Tabla 3: *Coordenadas y extensión de los fundos*

Fundo	Coordenadas	Extensión (ha)
Godofredo	$14^{\circ}19'06,7''\text{ S } 75^{\circ}40'40,6''\text{ W}$	6
Aguada de Palo	$14^{\circ}15'59,3''\text{ S } 75^{\circ}41'31,2''\text{ W}$	5

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 5 y 6 se muestra la ubicación del fundo Godofredo y Aguada de Palo respectivamente.

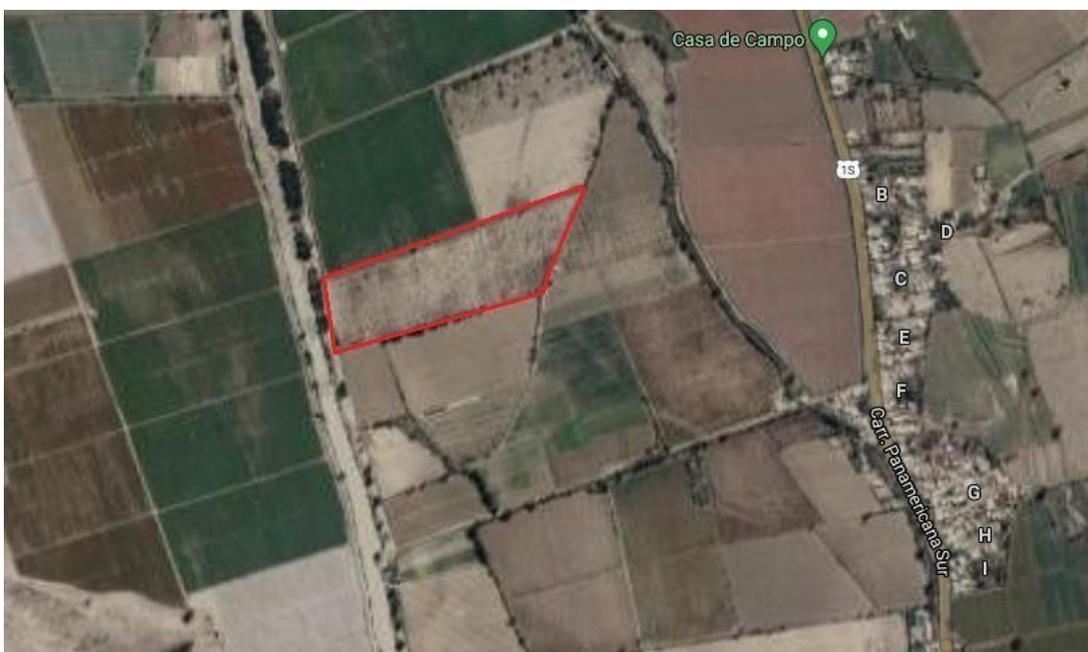


Figura 5: Ubicación de Fundo Godofredo

Fuente: Extraído de Google maps



Figura 6: Ubicación de Aguada de Palo

Fuente: Extraído de Google maps

2.2.2. Materiales

En la tabla 4 se presenta la lista de equipos, herramientas, materiales e insumos empleados.

Tabla 4: *Equipos, herramientas, materiales e insumos utilizados*

Equipos	Herramientas	Materiales	Insumos
Tractor	Tijera de podar	Cilindro de 200 L	Cola etológica
Balanza	Machetes	Costales	Cicatrizante
Laptop	Pala recta	Plástico amarillo	Abonos
Cámara	Pala redonda	Bolsas ziploc	Azufre
Mochila fumigadora	Picos	Envases de plástico	Roca fosfórica
	Rastrillo	Tutores de madera	Guano de inverna
	Cola de zorro	Cintas de riego	Estimulante radicular (Root Hor)
	Cuchilla		Insecticida sistémico (Confidor)
			Abono foliar (Sulphonex)
			Algas marinas
			Vermiculita
			Turba
			Agua

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3. Metodología

La metodología que se realizó para la recuperación de las plantaciones de moringa es la siguiente:

a. Limpieza del terreno

Para el desarrollo de esta actividad se consideró utilizar:

- Maquinaria pesada: se usó un tractor viñatero para la limpieza del espacio entre filas de plantas.
- Mano de obra: se contrató personal para el desmalezado, para ello se utilizó pala recta y sólo se consideró las malezas alrededor de la planta.

En la figura 7 se puede observar el terreno antes y después de la limpieza realizada.



Figura 7: Terreno antes y después de la limpieza con tractor

b. Mejoramiento del suelo

El mejoramiento del suelo se realizó en bases a los resultados de análisis de suelo y agua (Anexos A y B), para ello se aplicó nitrato de amonio, nitrato de calcio, fosfato di amónico, sulfato de potasio, sulphomag (potasio, azufre y magnesio), guano de invernada y roca fosfórica.

El método de aplicación consistió en realizar un hoyo de 30 cm de profundidad en forma de media luna a 30 cm de la base del tallo y verter la dosis propuesta, luego se procedió a cubrir el hoyo y regar las plantas. Para la determinación de la dosis de aplicación por planta se trabajó con un especialista en suelos. (Anexo C).

c. Manejo de la plantación

Dentro del manejo de la plantación se consideró realizar las siguientes actividades:

c.1. Riego

Para la optimización del uso de agua se hicieron surcos de 30 cm de altura con el objetivo de retener el agua. El riego fue por gravedad y el ciclo de riego se estableció de acuerdo con el objetivo de la plantación:

- En el fundo Godofredo cuyo objetivo fue producción de semillas, el riego se realizó una vez por semana por 15 horas.
- En el fundo Aguada de Palo cuyo objetivo fue producción de follaje, el riego se realizó cada 15 días por 15 horas.

c.2. Podas

Se realizaron dos tipos de podas:

- Podas de mantenimiento: estas podas se hicieron para facilitar la cosecha, se eliminaron las ramas más altas de la planta.
- Podas sanitarias: se podaron las ramas de los individuos más afectados por ataque de patógenos.

En la figura 8 se muestra una plantación de moringa después de haberse realizado la poda sanitaria.



Figura 8: Poda sanitaria en Fundo Godofredo

c.3. Control sanitario

Se establecieron trampas amarillas en el perímetro de la plantación y dentro de la misma. Para ello se construyeron las trampas con estacas de maderas y plástico amarillo, al que se colocó una cola etológica para atraer insectos como pulgones *Aphis fabae*.

Para el control de araña roja se usó azufre al 90%, para esto se usó una bolsa de 20 kg de azufre diluido en 200 L de agua por hectárea. La aplicación se realizó con mochila fumigadora.

c.4. Fertilización

Se aplicaron abonos foliares (algas marinas) una vez al mes en el Fundo Aguada de Palo, ya que su objetivo es la producción de follaje. La dosis por hectárea fue de 200 mL de extracto líquido de algas marinas en un cilindro de 200 L de agua.

d. Tratamientos pre germinativos

Se realizaron pruebas de tratamientos pre germinativos, para ellos se trabajó con tres grupos de 1000 semillas por tratamiento y se acondiciono una zona para estos ensayos. Además, se tuvo un grupo testigo que se sembró directamente en la zona de ensayo. En la figura 9 se pueden observar las semillas de moringa.



Figura 9: Semillas de moringa

d.1. Hidratación

Para esta actividad se usó agua limpia y envases de plástico, se sumergió las semillas por 24 horas y luego estas se colocaron en papel toalla y se contabilizaron los días hasta la germinación para ser sembrados en la zona de ensayo.

d.2. Estratificación

Se sumergieron las semillas por 48 horas. El medio de estratificación se preparó en un recipiente de plástico donde se mezcla arena fina y vermiculita. Posteriormente se incorporaron las semillas escurridas a la mezcla preparada, luego se humedeció y guardó en un ambiente con temperatura de 14 a 15° C hasta su germinación para luego ser sembrados en la zona de ensayo.

d.3. Escarificación mecánica

Se raspó con una cuchilla parte del tegumento de la semilla en la zona más alejada de la radícula, luego se humedecieron las semillas y colocaron en la zona de ensayo.

e. Tratamientos silviculturales

e.1. Acodos

Para este procedimiento se seleccionó una rama en buen estado, luego se descortezó un anillo de 2 cm de ancho para acondicionar el acodo. El sustrato utilizado fue tierra preparada, este se envolvió con un plástico alrededor del anillo.

e.2. Estacado

Proveniente de la poda de mantenimiento se escogieron ramas de 1 a 1,5 m, estas estacas fueron sumergidas en un recipiente con estimulante radicular, luego se sembraron en un terreno previamente acondicionado (removido, oxigenado, humedecido y libre de malezas).

f. Siembra

Siembra de plántulas: Para este procedimiento primero se realizó el acondicionamiento del terreno, realizando hoyos de 10 x 10 cm y 20 cm de profundidad a un distanciamiento de 2,5 m entre plantas, luego se fertilizó con 200 g de guano de invernada en cada hoyo y por último se realizó la siembra y tapado de hoyos.

Siembra de estacas y acodos: Para este procedimiento primero se realizó el acondicionamiento del terreno, realizando hoyos de 30 x 30 cm y 30 cm de profundidad a un distanciamiento de 2,5 m entre plantas, luego se fertilizó con 400 g de guano de invernada en cada hoyo y por último se realizó la siembra y tapado de hoyos.

g. Cosecha

Para la cosecha se contrató mano de obra de la zona y se realizó en función al producto:

- Cosecha de vainas: se realizó 2 veces al año, se hizo de manera manual o con tijera de podar.
- Cosecha de hojas: se utilizaron tijeras de podar y se cortaban los raquis, dejando el 10% de la copa con hojas.

III. APORTE Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1 Aporte profesional

En los años que fue ejercido el servicio profesional se tuvieron las siguientes metas:

- Recuperación de dos plantaciones de moringa de 5 y 6 ha.
- Incrementar la producción de hojas y semillas por hectárea mediante la aplicación de tratamientos silviculturales.
- El manejo silvicultural de plantaciones como aplicación de podas de formación y mantenimiento.
- Establecimiento de surcos de riego con el fin de optimizar el uso de agua en los plántones.
- Desarrollar los mejores tratamientos para enriquecer el suelo en base a la interpretación del análisis de suelos.
- Capacitación en tratamientos silviculturales al personal de la zona.

Los aportes profesionales involucraron la realización de las siguientes funciones:

- Diseño, establecimiento y supervisión de las actividades para la recuperación de la plantación de moringa.
- Acciones para incrementar la producción de hojas y semillas por hectárea
- Ejecución del Manejo silvicultural

3.1.1. Diseño, establecimiento y supervisión de las actividades para la recuperación de la plantación de moringa:

Se realizó una evaluación fitosanitaria de los árboles de moringa, encontrando *Tetranychus urticae* cuyo nombre común es arañita roja. Este ácaro es considerado una plaga cosmopolita,

ya que se puede adaptar a cualquier territorio y soportar toda clase de condición climática (Vargas, 2008). Para controlar esta plaga se aplicó insecticidas sistémicos y 30 kg/ha de azufre al 90%. También se encontró pulgones *Aphis fabae* y se realizó el control aplicando un insecticida sistémico (Confidor). A diferencia de bibliografía consultada, estas fueron las principales plagas encontradas en la plantación. También se realizó un control etológico, colocando trampas amarillas en el perímetro de la plantación y dentro de la misma. Estos instrumentos se utilizan para atraer insectos a áreas específicas, así como detectar y monitorear las plagas que afectan los cultivos (Bajaña, 2020), este control se llevó a cabo para identificar que plagas están afectando a la moringa, precisar épocas de aparición y establecer medidas de control.

Se efectuó un diagnóstico de malezas, encontrando predominancia de la especie *Pitraea cuneato-ovata* cuyo nombre común es papilla, esta es una especie rústica que se adapta fácilmente, lo cual favorece su dominancia (Zegarra & Arévalo, 2015). Como paso inicial se programó realizar el desmalezado de los dos terrenos (11 ha), para dicha labor se contrató mano de obra de la zona.

Se observó que el tipo de riego en los fundos de la empresa era por gravedad, se planteó mejorar el sistema de riego, ya que la tecnificación del riego incrementa el ahorro de agua, recurso escaso en la costa, sin embargo, por motivos presupuestales esto aún no se ha llevado a cabo. En tal sentido, se mejoraron los surcos de riego para aumentar la retención de agua en la plantación e impedir el paso de esta a las calles de la plantación, evitando así el desarrollo de malezas. A su vez, se gestionó con la cooperativa de riego de usuarios Agro Mariátegui para aumentar la frecuencia de riego con el fin de disminuir costos, ya que antes se regaba con cisterna.

Por último, se realizó una poda sanitaria para eliminar todas las partes débiles, enfermas o con ataque de plagas. De acuerdo con Flórez et al. (2000) se cumplió con sacar todos los desechos fuera de la plantación para evitar la propagación de hongos y plagas.

3.1.2. Acciones para incrementar la producción de hojas y semillas por hectárea

Las acciones que se realizaron con el fin de incrementar la producción de hojas y semillas fueron las siguientes:

a. Distanciamiento

Uno de los problemas identificados fue el distanciamiento de la plantación, existen diversos estudios para la especie *M. oleifera* que sostienen que densidades de siembra mayor incrementan la producción. El distanciamiento inicial de las plantaciones fue de 5 x 5 m, es decir 400 plantas por hectárea, sin embargo, esto no es acorde con el objetivo de producción de hojas y semillas para consumo humano, Godino (2016) sostiene que las densidades de siembra para consumo humano varían de 1000 a 10000 plantas por hectárea, por lo que se decidió colocar más plántones y reemplazar por aquellos individuos muertos con la finalidad de tener un distanciamiento de 2,5 x 2,5 m, obteniendo 1600 plantas de moringa por hectárea.

b. Siembra

La siembra se realizó con el fin de aumentar la densidad en la plantación, para ello se utilizó plántones provenientes de los ensayos de tratamientos pre germinativos, estacas y acodos.

b.1. Tratamientos pre germinativos

Los resultados de los ensayos de germinación con tres tratamientos pre germinativos mostraron que el mejor tratamiento fue el de estratificación, seguido de escarificación mecánica, hidratación y por último el testigo, que germinó a los 10 días después de la siembra, acorde con lo señalado por García (2003).

En el tratamiento de estratificación, que fue con el que se obtuvo mejores resultados, las semillas germinaron a los 5 días, este valor es similar al que reporta Noguera et al. (2018) con el tratamiento de hidratación.

Para la siembra se utilizaron todos los plántones provenientes de los tres tratamientos.

b.2. Tratamientos silviculturales

Entre los tratamientos silviculturales utilizados para la propagación de la moringa, se realizaron estacas y acodos aéreos.

Las estacas presentaron buenos resultados con un porcentaje de mortandad menor al 5%, un factor clave para el éxito en la siembra fue el acondicionamiento previo del terreno.

Los acodos también presentaron buenos resultados, sin embargo, el tiempo que implica el desarrollo de los mismos es mayor, por lo que se optó por trabajar solo con estacas para futuras reposiciones.

3.2 Ejecución del manejo silvicultural – Desarrollo de experiencias

3.2.1 Aumento de follaje y semillas

Una vez recuperadas las plantaciones de moringa, se decidió destinar la especialización de las áreas: el campo denominado Godofredo para la producción netamente de semillas y el campo de Aguada de Palo para la producción de follaje.

Se realizaron supervisiones semanales de las plantaciones y se programaron actividades según el objetivo de cada plantación:

- En el fundo Godofredo, para incrementar la producción de semillas se fertilizó el campo con 30 t de guano de invernada y fertilizantes sintéticos, la frecuencia de riego fue semanal y se hicieron podas de formación, reduciendo el tiempo de cosecha de una vez al año a dos veces por año, esto es acorde con lo reportado por Godino (2016) para zonas tropicales secas. Además, se programaron actividades como cosecha de frutos (vainas), trillado de vainas para obtener semillas, clasificación de semillas por tamaño, ensacado y finalmente, el transporte de Ica a Lima, donde se realiza la comercialización.
- En el fundo Aguada de Palo, para incrementar la producción de hojas se fertilizó el campo con 30 t de guano de invernada y fertilizantes sintéticos, la frecuencia de riego fue cada 15 días. La cosecha de forraje se realizó cada 60 a 90 días, impidiendo la aparición de inflorescencias, la cosecha incentivaba el crecimiento de ramas, esta práctica también es reportada por Ramachandran et al. (1980). Luego de la cosecha se realizó el secado natural de las hojas en un ambiente acondicionado, después de esta etapa se procedió al ensacado y finalmente, el transporte de Ica a Lima, donde se realizaba la comercialización.

En el manejo silvicultural de las plantaciones de moringa se consideraron las podas de mantenimiento y sanitarias. Para planificar un manejo eficiente, se capacitó al personal de campo sobre cómo realizar estas actividades.

3.2.2 Beneficios de la empresa

- En el aspecto económico, en el 2018 la empresa recuperó lo invertido en las plantaciones de moringa, mientras que en el 2019 los ingresos por las ventas de hojas y semillas superaron a los gastos de ejecución, teniendo un balance positivo.
- En el aspecto cultural, los operarios fueron capacitados en cómo desarrollar de manera adecuada las practicas silviculturales como podas, desarrollo de acodos, preparación de estacas.
- Se ha determinado el tratamiento pre germinativo ideal, estratificación, para las semillas de moringa, este resultado puede ser utilizado en la instalación de futuras plantaciones para la empresa.
- Los fundos de la empresa pertenecen ahora a la cooperativa de usuarios de riego Agro Mariátegui, lo que le permite reducir costos.
- Al incrementarse la producción de follaje y semillas, la cartera de clientes de la empresa aumentó y se diversificó, ya que pasaron a vender dos tipos de productos.

IV. CONCLUSIONES

- En el establecimiento de una plantación el objetivo o uso final de la misma, determinará el distanciamiento y las labores silviculturales a realizarse durante su desarrollo y ciclo productivo.
- La revisión de los objetivos de las plantaciones establecidas de *Moringa oleifera*, permitió plantear un adecuado muestreo, hacer un diagnóstico, diseño y ejecución de diversas actividades silviculturales para la recuperación del total de las plantaciones intervenidas.
- Mediante la aplicación de los conocimientos de silvicultura, se ha logrado revertir la condición encontrada en las dos plantaciones de *Moringa oleifera* Lam considerando el objetivo de las mismas, para la determinación de acciones y actividades de mejoramiento en la producción de follaje y semillas.
- Se logró recuperar la productividad en follaje y semillas de dos plantaciones de 11 ha de *Moringa oleifera* Lam mediante la aplicación de diversas operaciones y técnicas silviculturales y un adecuado manejo forestal acorde al objetivo, en base a los conocimientos adquiridos durante la formación académica.
- A pesar de ser una especie introducida, la moringa (*Moringa oleifera* Lam), es una especie que presentó buenos resultados en propagación sexual y asexual para los tratamientos aplicados, representando una buena opción para inversión en plantaciones

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con las capacitaciones en manejo silvicultural al personal de campo para lograr realizar las actividades de manera eficiente.
- Usar las herramientas adecuadas para las diferentes labores silviculturales, siendo esta una práctica a mejorar en el sector agrario del país.
- Se recomienda establecer cercos vivos con especies como huaranguillo u otras para proteger las plantaciones de moringa.
- Se recomienda utilizar esta especie en suelos erosionados o donde el factor de agua sea una limitante, ya que es resistente a la sequía.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, O. A. (noviembre, 2015). Manejo Forestal en el Siglo XXI. *Madera y Bosques*, 21, 17-28. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210423>
- Chepote, M. A. (2018). Siembra del cultivo Moringa (*Moringa oleifera*) en la pampa de Villacurí, departamento de Ica (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3223>
- Dávila, P. (2014). Estudio comparativo de costos en la instalación de una plantación forestal con dos sistemas de producción de plántones en la Región Junín. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2357>
- Flórez, V. J., Fischer, G., & Sora, Á. D. (Eds.). (2000). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Fac. de Agronomía.
- Folkard, G., & Sutherland, J. (1996). *Moringa oleifera* un árbol con enormes potencialidades. *Agroforestry Today*. Vol 8(3), 5-8. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6596/Moringa_Oleifera.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fondo Nacional del Ambiente - FONAM. (2007). Guía Práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales. 47 p. Recuperado de <http://infobosques.com/descargas/biblioteca/463.pdf>
- Fuglie, L. (20 de junio, 2000). Nuevos usos del marango en Nicaragua. ECHOcommunity. [Nota en una página web]. Recuperado de:

<https://www.echocommunity.org/resources/15db05d7-4693-425b-9d86-468143bd0ec9>

García, E., Sotomayor, A., Silva, S., & Valdebenito, G. (s. f.). Establecimiento de plantaciones forestales. Instituto forestal. 22 p. Recuperado de http://www.gestionforestal.cl/Nuevo2001/doc_establecimiento/EstablecimientoCon1.pdf

García, M. (2003). Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. INAFOR. 37 p. Recuperado de https://www.academia.edu/21154492/PRODUCCI%C3%93N_DE_SEMILLAS_FORESTALES_DE_ESPECIES_FORRAJERAS_ENFATIZADOS_EN_SISTEMAS_SILVOPASTORILES_POR_MARIO_GARCIA_ROA

Godino, M. (2016). *Moringa oleifera*: Árbol multiusos de interés forestal para el sur de la península ibérica. Fundación Cajamar. 12 p. Recuperado de <https://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/020-moringa-v3-1476963334.pdf>

Godino, M., Izquierdo, M. I., & Arias, C. (2013). Interés forestal de la *Moringa oleifera* y posibles zonas de implantación en España. Trabajo presentando en el Sexto Congreso forestal español, España. Trabajo recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Godino/publication/320490188_Interes_forestal_de_la_Moringa_oleifera_y_posibles_zonas_de_implantacion_en_Espana/inks/59e86d2da6fdccfe7f8b4dd3/Interes-forestal-de-la-Moringa-oleifera-y-posibles-zonas-de-implantacion-en-Espana.pdf

INEFAN, & FAO. (1998). Manejo de plantaciones. Quito: Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador (DFC). 39 p. Recuperado de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/004583/info/pdf/plantacion.pdf>

Liñan, F. (2010). *Moringa oleifera* el árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud Virtual*, 2(1), 130-138. <https://doi.org/10.22519/21455333.70>

Noguera, Á., Reyes, N., & Mendieta, B. (2018). Guía de establecimiento y manejo de viveros de marango. Universidad Nacional Agraria Promarango. 32 p. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tedFBCqkw6sJ:https://ceni.da.una.edu.ni/documentos/NF01N778.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

Ojer, M., Reginato, G., Vallejos, F., & Boulet, A. (s. f.). Poda de formación y producción. Producción de duraznos para industria (pp 79 - 101). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120295/poda.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Olson, M. E. O., & Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleifera*: Un árbol multiusos para las zonas tropicales seca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.678>

Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., & Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 1-1. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942010000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Ramachandran, C., Peter, K. V., & Gopalakrishnan, P. K. (1980). Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*, 34(3), 276-283. <https://doi.org/10.1007/BF02858648>

- Reyes, N. (2006). *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua. (Tesis doctoral, Swedish University of Agricultural Sciences). Recuperado de <http://www.moringanews.org/documents/Reyesthesis.pdf>
- Varela, S. A., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Área forestal - INTA EEA Bariloche. 10 p. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf
- Villarreal, A., & Ortega, K. J. (2014). Review of characteristics and uses of the plant *Moringa oleifera*. *Investigación y Desarrollo*, 22(2), 309-330. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-32612014000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en

VII. APENDICES

Apéndice A
Producción de moringa

PRODUCCIÓN OBTENIDA (2016 - 2020)					
	Producción de total hojas de moringa (kg)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Fundo Godofredo	0	0	17800	37600	65100*
Fundo Aguada de Palo	0	0	60000	87000	121800*
(*) Proyectado					
	Producción de hojas secas de moringa (kg)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Fundo Godofredo	0	0	1780	3760	6510*
Fundo Aguada de Palo	0	0	6000	8700	12180*
(*) Proyectado					
	Producción de semillas de moringa (kg)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Fundo Godofredo	0	600	5400	11600	23200*
Fundo Aguada de Palo	0	500	2280	2100	1920*
(*) Proyectado					

Apéndice B
**Fotografías de la plantación de moringa en el Fundo Godofredo –
producción de semillas**



Poda sanitaria inicial



Primeros brotes después de la poda



Primeros brotes después de la poda



Mantenimiento de la plantación



Mantenimiento de la plantación



Vaina de moringa



Árbol de moringa antes de la cosecha de vainas



Cosecha de vainas



Almacenamiento de vainas post cosecha



Selección de semillas



Ensamado de semillas

Apéndice C
**Fotografías de la plantación de moringa en el Fundo Aguada de Palo –
producción de follaje**



Poda sanitaria



Riego de la plantación



Riego de plantación



Aumento de follaje



Transporte de estacas

VIII. ANEXOS

Anexo A
Resultados de evaluación de suelos

ANALISIS DE SUELOS : SALINIDAD

Procedencia

Departamento : ICA
Distrito : SANTIAGO
Referencia : H.R. 65889-167S-18

Solicitante: PUERTO AGRICOLA INKA S.A.C.

Provincia: ICA
Predio :
Factura : 3959

Lab.	Número de Muestra	C.E. dS/m 1:1	Análisis Mecánico				pH 1:1	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Cationes Cambiables						Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
			Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
15268	Muestra N° 1, 12:05 pm.	38.00	75	10	15	Fr.A.	9.44	10.5	0.44	42.4	862	8.00	5.08	0.38	1.20	1.34	0.00	8.00	8.00	100
15269	Muestra N° 2, 12:15 pm.	97.70	81	12	7	A.Fr.	9.57	2.2	0.14	8.0	299	8.00	6.10	0.13	0.44	1.33	0.00	8.00	8.00	100
15270	Muestra N° 1, 12:25 pm.	144.00	85	8	7	A.Fr.	9.91	3.2	0.02	33.3	936	6.08	4.11	0.12	0.67	1.19	0.00	6.08	6.08	100

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

No Muest. Lab	Saturación %	pH Pasta Sat.	C.E. Ext.St. dS/m	Cationes Solubles (meq/L)					Aniones Solubles (meq/L)					Boro Soluble ppm	Yeso Soluble %	PSI	
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SUMA	NO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻				SUMA
15268	33	8.84	63.90	28.50	2.50	18.21	2859.67	2908.88	0.43	4.00	6.00	310.42	2600.00	2920.85	14.02	0.02	16.74
15269	30	9.16	68.20	6.00	1.67	6.54	3000.00	3014.21	0.24	8.00	20.00	685.42	2300.00	3013.66	25.57	0.00	16.63
15270	30	9.51	65.40	9.50	0.83	33.08	2956.22	2999.63	0.27	16.00	36.00	568.75	2378.00	2999.02	32.20	0.00	19.57

La Molina, 27 de Noviembre del 2017

Dr. Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio

Anexo B
Resultados análisis de agua

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : PUERTO AGRICOLA INKA SAC

PROCEDENCIA : Santiago - Ica

RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores

FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 05 de setiembre de 2017

N° LABORATORIO		9504
N° DE CAMPO		Agua de pozo
CE	mmhos/cm	0.74
pH		7.56
Calcio	meq/l	3.65
Magnesio	meq/l	0.91
Sodio	meq/l	2.61
Potasio	meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES		7.19
Cloruro	meq/l	2.35
Sulfato	meq/l	2.15
Bicarbonato	meq/l	2.75
Nitratos	meq/l	0.01
Carbonatos	meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES		7.27
SAR		1.73
CLASIFICACION		C2-S1
Boro	mg/L	0.38

Anexo C
Dosis de fertilizantes por planta

TABLA DE APLICACIÓN POR MES - FERTILIZANTE

FERTILIZANTES	NITRATO DE AMONIO	NITRATO DE CALCIO	FOSFATO DIAMONICO	SULFATO DE POTASIO	K-MAG (SULPOMAG)
ENERO/HA (Kg)	3.50	11.50	28.00	54.00	32.00
DOSIS POR PLANTA (gr)	4.38	14.38	35.00	67.50	40.00
CANT. TOTAL (POR 5.5 HA)	19.25	63.25	154.00	297.00	176.00
SACOS	1.00	3.00	3.00	6.00	4.00
TOTAL POR PLANTA (gr)	161.25				
FEBRERO/HA (Kg)	4.50	15.40	24.50	65.50	32.90
DOSIS POR PLANTA (gr)	5.63	19.25	30.63	81.88	41.13
CANT. TOTAL (POR 5.5 HA)	24.75	84.70	134.75	360.25	180.95
SACOS	1.00	4.00	3.00	8.00	4.00
TOTAL POR PLANTA	178.50				
MARZO/HA (Kg)	29.90	56.30	50.60	57.30	44.90
DOSIS POR PLANTA (gr)	37.38	70.38	63.25	71.63	56.13
CANT. TOTAL (POR 5.5 HA)	164.45	309.65	278.30	315.15	246.95
SACOS	3.00	12.00	6.00	6.00	5.00
TOTAL POR PLANTA	298.70				
ABRIL/HA (Kg)	32.80	56.30	48.60	121.00	46.90
DOSIS POR PLANTA (gr)	41.00	70.38	60.75	151.25	58.63
CANT. TOTAL (POR 5.5 HA)	180.40	309.65	267.30	665.50	257.95
SACOS	4.00	13.00	5.00	13.00	5.00
TOTAL POR PLANTA	382.00				
MAYO/HA (Kg)	26.30	56.30	23.90	120.00	44.40
DOSIS POR PLANTA (gr)	32.88	70.38	29.88	150.00	55.50
CANT. TOTAL (POR 5.5 HA)	144.65	309.65	131.45	660.00	244.20
SACOS	3.00	12.00	3.00	13.00	5.00
TOTAL POR PLANTA	338.60				
JUNIO/HA (Kg)	-	-	-	100.00	-
DOSIS POR PLANTA (gr)	-	-	-	125.00	-
CANT. TOTAL (POR 5.5 HA)				550.00	
SACOS				11.00	
TOTAL POR PLANTA	125.00				
TOTAL APLICADO POR PLANTA	1484.05				

Anexo D

Constancia de experiencia laboral en Puerto Agrícola Inka SAC



RUC: 20505264020

CONSTANCIA DE TRABAJO

El que suscribe en calidad de jefe del área de Agronegocios, hace constar que el Sr. José Giancarlo Castro Salazar, identificado con D.N.I. N°43632594 ha laborado en nuestra empresa en el cargo de jefe de campo y proyectos agroforestales en la ciudad de Ica.

Desempeñándose con responsabilidad, eficiencia e innovación en las labores encomendadas. Desde el 08 de enero del 2018 hasta el 12 de junio del 2020.

Se expide el presente documento, al interesado para los fines que crea conveniente.

Pueblo Libre, agosto de 2020

PUERTO AGRICOLA INKA SAC
Ing. Aquiles Vergara Ormeño
Jefe de Agronegocios