

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS DOSIS DE TRES FUENTES DE ABONO ORGÁNICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE FOLLAJE DE MORINGA (*Moringa oleifera* Lam), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, RÍO HONDO, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

**SERGIO ALEXSANDER SOTO ESTRADA**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS DOSIS DE TRES FUENTES DE ABONO  
ORGÁNICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE FOLLAJE DE MORINGA (*Moringa  
oleifera* Lam), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, RÍO HONDO, ZACAPA, GUATEMALA,  
C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**SERGIO ALEXSANDER SOTO ESTRADA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO:	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL I:	Dr. Tomas Antonio Padilla Cambara
VOCAL II:	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL III:	Ing. Agr. M.Sc. Raúl Eberto Alfaro Ortiz
VOCAL IV:	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL V:	P. Contadora Neydi Yassmine Juracán Morales
SECRETARIO:	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017**

Guatemala, Septiembre de 2017

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad por las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS DOSIS DE TRES FUENTES DE ABONO ORGÁNICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE FOLLAJE DE MORINGA (*Moringa oleífera* Lam), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, RÍO HONDO, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

---

Sergio Alexander Soto Estrada

## ACTO QUE DEDICO

**MIS PADRES:** Carmen Alicia Estrada Juárez y Sergio Danilo Soto Estrada, por darme la vida, aunque no se encuentren a mi lado, los llevo siempre en mi corazón.

**MI ABUELA:** Olga Marina Juárez Lara, quien ha sido mi madre, mi consejera y mi guía. La amo. *Una Madre no es la que da la vida, eso sería demasiado fácil. Una Madre es la que da el amor y entrega todo a sus hijos.*

**MI HERMANO:** Kevin Alejandro Soto Estrada *“Nacimos del mismo árbol, y aunque nuestras ramas crezcan en diferente dirección, siempre nos unirán nuestras raíces”* Te amo hermanito.

**Mi Sobrino:** Alejandro Israel Soto

**MIS TIAS Y TIO:** Nancy, Sara, Gabriela, Lilian y Cesar más que tíos mi corazón los guarda como hermanos mayores. Los quiero; *“La mejor cosa de tenerte como hermano, es que también te tendré como amigo”.*

**MIS PRIMOS:** Shecid, Gabriel, Benji, Axel, Camilo *“Pueden ser muchos o uno solo, pero todos son especiales...porque son parte de mi familia, porque son mis amigos, porque son parte importante de mi vida y porque son mis primos”.*

**FAMILIA MOLINA:** En especial a Marvin Molina, Cristian Molina y Angélica de Molina; por su apoyo brindado y consejos. *“Cultivar un verdadero amigo requiere dedicación y tiempo”.*

**MIS AMIGOS:** Aarón Guerra, Fernando Barrillas, Betsua Silva, Marvin Molina, Guiermo Ruano, Mafer Castillo, Aroldo Yoc, Sulma Castillo, Carmen Garavito, Alejandra Castillo, Lorena Flores, Victoria Mansilla, Ronald Robledo, Sergio García, Víctor Arévalo, Rafael Moreira, Carlos Saenz, Mario Mejía, Raisa Talgi, Julio Paniagua, Rodrigo Palma, José Franco, Ingrid Reyes, Alejandra Trujillo, María Goretti Pérez, Gabriela Soto, Diego

Joaquín, José Olmedo, Oziel Herrera, Luis Herrera, María José Morales Ventura, Lenin Lira, Evelyn Herrera, Danny Marín, Javier Ruano, Edy Tabin, Raúl Herrera, Salo Vilda, Sara Palma, Farah Illescas, Nehemias Serech, Orlando Cotto, Sara Ortiz, Onelia Franco, David Monzón, William García, Wesley Ramirez, Jackelyn Brincker, Joa Brincker, José Castellanos, Jaime Manuel Molina, Glenda Molina, Nicolle Monterroso, César Mayorga, Diego Rojas, Ludwing Cabrera, Dimitri Pinto, Jeny Silva, Jacky Garcia, Alejandra Santizo, Nohemi Fajardo, Ivannea Monroy. Gracias por su amistad, *“Una vida sin amigos es como vivir en una isla desierta, sin agua, sin alimentos, sin luz”*.

**MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN:** Rudy Herrera, Rigoberto Ventura, Sara Obando, Mirna Ayala.

**MIS CATEDRATICOS:** Ing. Agr. Mirna Ayala, Ing. Agr. Francisco Vásquez, Ing. Agr. Juan Herrera, Ing. Agr. Edwin Cano, Ing. Agr. Mario Godínez, Ing. Agr. Walter Tello, Ing. Agr. Willy Quintana, Ing. Agr. Manuel Martínez. *“El principio de la educación es predicar con ejemplo”*; gracias por sus enseñanzas y consejos.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**Mi abuela:** Olga Marina Juárez Lara

Quien con mucho esfuerzo, amor y sacrificio hizo posible alcanzar esta meta.

**Mi hermano:** Kevin Alejandro Soto Estrada

Por el amor fraterno que nos mantiene siempre unidos y como un ejemplo, porque nunca es demasiado pronto ni demasiado tarde cuando se trata de aprender.

**Mi Guatemala:** Tierra que me vio nacer y me vera morir.

**Mi Colegio:** Instituto Emiliani Padres Somascos

**Facultad de Agronomía**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

## **AGRADECIMIENTOS**

Muchas veces somos nosotros mismos los que nos imponemos barreras y limitaciones para alcanzar nuestros objetivos. Si no crees en ti mismo, nadie lo hará. No te pongas límites, porque los demás ya están dispuestos a ponértelos.

### **MIS SUPERVISORES Y ASESORES**

Ing. Agr. Fredy Hernández Ola

Ing. Agr. José Luis Alvarado

Ing. Agr. Cesar Linneo García

Ing. Agr. Hermógenes Castillo

Gracias por todo el apoyo y las horas de esfuerzo sumadas en el desarrollo de ideas y elaboración para que la investigación fuera un trabajo con calidad.

### **PERSONAL DE EPSUM, BALABALA Y ARVID**

Ing. Agra. Mirna Regina Valiente

Licda. Ingrid Beatriz Polanco Monzón

Q.B. Héctor Fernando Aristondo

Señor Sergio Garzaro

Gracias por su confianza para la apertura de sus instituciones para poder realizar esta investigación con éxito.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1. CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO.....	4
1.1. PRESENTACIÓN.....	4
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1. Características generales del área.....	4
1.2.1.A. Altitud.....	5
1.2.1.B. División política.....	5
1.2.2. Clima de la zona bajo estudio.....	6
1.2.2.A. Temperatura.....	6
1.2.2.B. Precipitación pluvial media.....	6
1.2.2.C. Humedad relativa.....	6
1.2.3. Zonas de vida.....	6
1.2.4. Fisiografía y Geología.....	7
1.2.5. Vías de acceso.....	7
1.2.6. Suelos.....	7
1.2.7. Fuentes de agua.....	7
1.2.8. Actividades a las que se dedican los pobladores de la Aldea El Rosario, Río Hondo Zacapa.....	7
1.2.9. Uso de la tierra.....	8
1.2.10. Descripción general del cultivo.....	8
1.2.10.A. Origen del cultivo de moringa.....	8
1.2.10.B. Clasificación taxonómica.....	9
1.2.11. Requerimientos del cultivo.....	9
1.2.11.A. Factores climáticos.....	9
1.2.11.B. Factores edáficos necesarios para el cultivo de moringa.....	10
1.2.11.C. Nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas de moringa.....	10
1.2.11.D. Malezas que afectan al cultivo de moringa.....	11
1.2.11.E. Recolección del follaje y semillas de moringa.....	11
1.3. OBJETIVOS.....	12
1.3.1. Objetivo General.....	12

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.3.2. Objetivos Específicos .....	12
1.4. METODOLOGÍA .....	13
1.4.1. Fuentes Primarias.....	13
1.4.1.A. Observación .....	13
1.4.1.B. Entrevista .....	13
1.4.2. Fuentes Secundarias.....	13
1.4.2.A. Tesis .....	13
1.4.2.B. Plan de Desarrollo Municipal.....	14
1.5. RESULTADOS.....	14
1.5.1. Cultivo de la Moringa .....	14
1.5.1.A. Características medicinales del cultivo .....	14
1.5.1.B. Propiedades nutricionales del cultivo .....	15
1.5.2. Problemas que afectan a los productores .....	15
1.5.2.A. Riesgo .....	16
1.5.2.B. Calificación del riesgo .....	16
1.5.2.C. Descripción del riesgo.....	16
1.5.2.C.a.Escasez de agua para riego .....	16
1.5.2.C.b.Buenas prácticas agrícolas .....	17
1.5.2.C.c.Buenas prácticas de manufactura .....	17
1.5.2.C.d.Contaminación de harinas.....	17
1.5.2.C.e.Control de malezas.....	17
1.5.2.C.f. Fertilización .....	18
1.5.2.C.g.Control de plagas y enfermedades.....	18
1.5.3. Manejo Agronómico.....	18
1.5.4. Prácticas y métodos post-cosecha .....	19
1.5.4.A. Follaje .....	19
1.5.4.B. Semilla .....	19
1.6. CONCLUSIONES.....	20
1.8. BIBLIOGRAFÍA .....	21
1.9. ANEXOS: Fotografías .....	22
2. CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN.....	25

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
2.1. PRESENTACIÓN .....	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	27
2.2.1. Moringa oleífera Lam .....	27
2.2.1.A. Historia .....	27
2.2.1.B. Descripción Botánica .....	28
2.2.1.C. Manejo del cultivo .....	28
2.2.2. Abonos Orgánicos .....	29
2.2.2.A. Gallinaza .....	29
2.2.2.A.a. Composición Promedio de la gallinaza.....	29
2.2.2.B. Cerdaza.....	30
2.2.2.B.a. Composición promedio de la cerdaza .....	30
2.2.2.C. Bovinaza .....	31
2.2.2.C.a. Composición promedio de la bovinaza .....	31
2.2.3. Material Experimental .....	32
2.2.4. Manejo Agronómico del experimento .....	32
2.2.5. Investigaciones relacionadas con el tema .....	33
2.3. OBJETIVOS .....	34
2.3.1. Objetivo general.....	34
2.3.2. Objetivos específicos.....	34
2.4. METODOLOGÍA .....	35
2.4.1. Hipótesis de la investigación .....	35
2.4.2. Selección del lote a trabajar .....	35
2.4.3. Análisis de suelo.....	35
2.4.4. Croquis de campo para desarrollo de la investigación .....	35
2.4.5. Tratamiento de abonos orgánicos (estiércoles).....	37
2.4.6. Manejo de la Parcela Experimental .....	37
2.4.7. Toma de datos.....	37
2.4.7.A. Variables respuesta .....	38
2.4.8. Análisis de Resultados .....	38
2.4.8.A. Modelo estadístico .....	39
2.4.8.B. Hipótesis .....	39

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
2.5.1. Rendimiento de follaje de Moringa .....	40
2.5.2. Diferencia en kilogramos entre tratamientos y dosis .....	54
2.5.3. Análisis estadístico .....	57
2.5.4. Valores nutricionales del follaje de moringa (proteínas) .....	58
2.5.5. Análisis de rentabilidad.....	59
2.6. CONCLUSIONES.....	61
2.7. RECOMENDACIONES .....	62
2.8. BIBLIOGRAFÍA .....	63
2.9. ANEXOS: Fotografía de tratamientos y análisis de suelo .....	65
3. CAPÍTULO III: SERVICIOS .....	68
3.1. Presentación general .....	68
3.2. Servicio No. 1 Prueba de germinación utilizando semillas moringa (Moringa oleífera Lam) e implementación de un vivero de moringa. ....	69
3.2.1. Objetivos.....	69
3.2.1.A. Objetivo General .....	69
3.2.1.B. Objetivo Especifico.....	69
3.2.2. Metodología.....	69
3.2.2.A. Material experimental.....	69
3.2.2.B. Unidad experimental .....	70
3.2.2.C. Variables respuestas.....	71
3.2.2.D. Condiciones del experimento .....	72
3.2.2.E. Toma de datos .....	72
3.2.3. Resultados.....	73
3.2.3.A. Fases en el proceso de germinación .....	73
3.2.3.A.a. Porcentaje de germinación (Bandeja Semillas con Testa) .....	74
3.2.3.A.b. Porcentaje de germinación (Bandeja Semillas sin Testa) .....	75
3.2.3.A.c. Prueba de Fotoblastismo.....	76
3.2.3.B. Implementación de vivero de Moringa .....	77
3.2.3.B.a. Condiciones para siembra (Vivero de Moringa).....	77
3.2.3.B.b. Manejo del vivero de moringa .....	78

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.2.3.B.c. Factores que afectan el crecimiento en la planta en el vivero de moringa.....	78
3.2.5. Recomendaciones .....	79
3.3. Servicio No. 2 Capacitación sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura y propuesta de implementación para certificación de la plantación.....	80
3.3.1. Actividades .....	80
3.3.2. Objetivos.....	81
3.3.2.A. Objetivo general .....	81
3.3.2.B. Objetivo específico .....	81
3.3.3. Metodología .....	81
3.3.4. Resultados.....	82
3.3.5.A. ¿Qué es una certificación?.....	82
3.3.5.B. Ventajas de la certificación orgánica.....	82
3.3.5.C. Desventajas de la certificación orgánica: .....	83
3.3.5.D. Obtención del Certificado:.....	83
3.4. Servicio No. 3 Descripción de procesos y secuencias para industrialización del follaje de moringa ( <i>Moringa oleífera Lam</i> ) .....	84
3.4.1. Objetivos.....	84
3.4.1.A. Objetivo general .....	84
3.4.1.B. Objetivo específico .....	84
3.4.2. Metodología .....	84
3.4.3. Resultados.....	85
3.4.3.A. Proceso Actual para la industrialización del follaje de moringa.....	85
3.4.3.B. Proceso propuesto para la industrialización del follaje de moringa .....	86
3.5. Conclusiones Generales .....	87
3.7. Bibliografía .....	89
3.8. Anexos: Fotografías .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1-1 Mapa de ubicación Aldea El Rosario, Municipio Río Hondo, Departamento de Zacapa .....	5
Figura 1-2 A. Fotografía de la forma de recolectar el follaje de Moringa .....	22
Figura 1-3 A. Fotografía del manejo post-cosecha del follaje de Moringa.....	23
Figura 1-4 A. Fotografía escasez de agua para riego del cultivo de Moringa en época seca.....	23
Figura 2-1 Fotografía del árbol de <i>Moringa oleífera</i> en Plantación de ARVID.....	27
Figura 2-2 Fotografía de la hoja, tripinada de la <i>Moringa oleífera</i> Lam .....	32
Figura 2-3 Croquis de la distribución de la parcela para aplicación de abonos orgánicos (dosis, tratamientos y repeticiones) .....	36
Figura 2-4 Fotografía de material experimental (Follaje de Moringa).....	38
Figura 2-5 Rendimiento de follaje fresco de moringa en kg utilizando gallinaza .....	42
Figura 2-6 Rendimiento de follaje seco de moringa en kg utilizando gallinaza .....	44
Figura 2-7 Rendimiento de follaje fresco de moringa en kg utilizando bovinaza .....	46
Figura 2-8 Rendimiento de follaje seco de moringa en kg utilizando bovinaza .....	48
Figura 2-9 Rendimiento de follaje fresco de moringa en kg utilizando cerdaza .....	50
Figura 2-10 Rendimiento de follaje seco de moringa en kg utilizando cerdaza.....	52
Figura 2-11 Comportamiento del peso seco en todos los tratamientos y dosis (Parcela experimental) .....	53
Figura 2-12 Comportamiento del peso seco en todos los tratamientos y dosis (para una hectárea) .....	55
Figura 2-13A. Tratamiento del estiércol de bovinos (secado al sol) antes de la aplicación en parcela de investigación.....	65
Figura 3-1 Fotografía de semilla de moringa ( <i>Moringa oleífera</i> Lam).....	70
Figura 3-2 Croquis de unidades experimentales .....	70
Figura 3-3 Fotografía de prueba de germinación utilizando semillas de moringa en bolsas de polietileno .....	71
Figura 3-4 Gráfica de fases o procesos de la germinación .....	72
Figura 3-5 Comportamiento de la altura de plántulas producidas en bandejas.....	74
Figura 3-6 Porcentaje de germinación semillas con testa .....	75
Figura 3-7 Porcentaje de germinación semillas sin testa .....	76
Figura 3-8 Proceso actual para industrialización del follaje de moringa.....	85
Figura 3-9 Proceso propuesto para la industrialización del follaje de moringa.....	86

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1-1 Uso de la tierra, Aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa .....	8
Cuadro 1-2 Clasificación taxonómica de la Moringa .....	9
Cuadro 1-3 Riesgo y calificación en plantación del cultivo de moringa Río Hondo, Zacapa .....	16
Cuadro 2-1 Descripción Botánica de la <i>Moringa oleifera</i> .....	28
Cuadro 2-2 Composición promedio de la gallinaza .....	29
Cuadro 2-3 Composición promedio de la cerdaza .....	30
Cuadro 2-4 Composición promedio de la bovinaza .....	31
Cuadro 2-5 Comparación de gallinaza peso húmedo, dosis uno (1) (D1), dosis dos (2) (D2) y testigo .....	41
Cuadro 2-6 Comparación de gallinaza peso seco dosis uno (1) (D1), dosis dos (2) (D2) y testigo .....	43
Cuadro 2-7 Comparación de bovinaza peso húmedo, dosis uno (1) (D1), dosis dos (2) (D2) y testigo .....	45
Cuadro 2-8 Comparación de bovinaza peso seco, dosis uno (1) (D1), dosis dos (2) (D2) y testigo .....	47
Cuadro 2-9 Comparación de cerdaza peso húmedo, dosis uno (1) (D1), dosis dos (2) (D2) y testigo .....	49
Cuadro 2-10 Comparación de cerdaza peso seco, dosis uno (1) (D1), dosis dos (2) (D2) y testigo .....	51
Cuadro 2-11 Comparación grafica de los tres tratamientos con sus dos dosis contra testigo absoluto (Peso Seco) .....	53
Cuadro 2-12 Diferencia en kilogramos entre tratamientos y dosis .....	54
Cuadro 2-13 Kilogramos de Moringa en peso seco por hectárea con los diferentes tratamientos y dosis .....	54
Cuadro 2-14 Resultados en kg obtenidos en campo para análisis estadístico .....	56
Cuadro 2-15. Contenido de proteína en hojas de Moringa en cada tratamiento y dosis (100 g de porción comestible) .....	59
Cuadro 2-16. Análisis de rentabilidad para aplicación de fertilizante orgánico en parcela experimental .....	60
Cuadro 3-1 Fases en el proceso de germinación .....	73
Cuadro 3-2 Resultados prueba de germinación semillas con testa .....	74
Cuadro 3-3. Prueba de germinación semillas sin testa .....	75
Cuadro 3-4 Prueba de fotoblastismo utilizando semillas de moringa .....	77

## TRABAJO DE GRADUACIÓN

### **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS DOSIS DE TRES FUENTES DE ABONO ORGÁNICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE FOLLAJE DE MORINGA (*Moringa oleífera* Lam), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, RÍO HONDO, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

### **EVALUATION OF THE EFFECT OF TWO DOSES OF THREE TYPES OF ORGANIC FERTILIZER ON YIELD OF FOLIAGE MORINGA (*Moringa oleífera* Lam), DIAGNOSIS AND SERVICES, RIO HONDO, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

#### RESUMEN

En el Capítulo 1 se presenta el diagnóstico realizado en las plantaciones de *Moringa oleífera* Lam en la aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa, priorizando los problemas con los que se cuentan dentro de las fincas, lo cual repercute en plantas mal desarrolladas y esto conlleva a bajos rendimientos del cultivo, produciendo menores ingresos.

Dentro de los problemas que se pudieron observar se mencionaran algunos como por ejemplo: la falta de buenas prácticas agronómicas y de manufactura, la escasez de agua para riego de las plantaciones, la contaminación de las harinas por el mal manejo post-cosecha. En este capítulo también se describen las posibles soluciones que se deben implementar para reducir o minimizar los problemas que se mencionaron anteriormente, para obtener mejores rendimientos y productos de mejor calidad y garantizados.

En el Capítulo II se presenta la investigación, la cual consistió en evaluar el efecto de dos dosis de tres fuentes de abono orgánico sobre el rendimiento de follaje de Moringa (*Moringa oleífera* Lam). La primera dosis fue de 0.91 kg/planta y la segunda dosis fue de 2.27 kg/planta. Los tratamientos evaluados fueron estiércoles; (gallinaza, cerdaza y bovinaza) comparado contra un testigo absoluto, para lo cual se utilizó un modelo estadístico bifactorial

Dentro de los resultados obtenidos es importante mencionar que el tratamiento gallinaza con dosis de 2.27 kg/planta obtuvo los mejores resultados, pero a pesar de esto no existe diferencia significativa entre dosis y tratamientos comparado con el testigo. Por lo que es recomendable seguir con la investigación para concluir cual es el mejor tratamiento. Además, en esta fase de investigación también se desarrolló un análisis bromatológico de proteína cruda para determinar si los tratamientos y dosis producían un efecto en el aumento o disminución de las proteínas en el follaje del cultivo y al observar y comparar los resultados se determinó que la proteína en todos los tratamientos y dosis tienen un

promedio de 23.79 g en 100 g, lo cual debe seguir siendo investigado en el transcurso del tiempo. El efecto de los abonos orgánicos en los cultivos no es de efecto inmediato, por lo que se recomienda continuar con dicha investigación.

Además, se hace un análisis de rentabilidad donde se interpreta que la aplicación de la gallinaza es la que presenta a un menor costo, pero no hay diferencia con el testigo.

En el Capítulo III se describen los servicios que se realizaron en base a las necesidades observadas dentro de la plantación, tratando de brindar soluciones a corto plazo y de esa manera aumentar los rendimientos en la producción a nivel de campo y en los procesos de industrialización.

Tomando en cuenta esta información se determinaron los servicios los cuales se realizaron durante los 10 meses del Ejercicio Profesional Supervisado. Estos son: a) Prueba de germinación utilizando semillas de moringa (*Moringa oleífera* Lam) e implementación de un vivero de moringa, b) Capacitación sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura y propuesta de implementación para certificación de la plantación c) Descripción de procesos y secuencias para industrialización del follaje de moringa (*Moringa oleífera* Lam).



## **1. CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO**

### **1.1. PRESENTACIÓN**

En esta parte del documento se presenta un diagnóstico realizado en las plantaciones de Moringa (*Moringa oleífera* Lam) en la aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa. Este se realizó con el objetivo de conocer cuáles son los problemas que afectan el desarrollo del cultivo; así como también son los recursos con que se cuenta dentro de la empresa para brindar posibles soluciones a los problemas de mayor importancia y poder plasmar lineamientos para seguir y darle continuidad al trabajo realizado durante el tiempo laborado en la empresa.

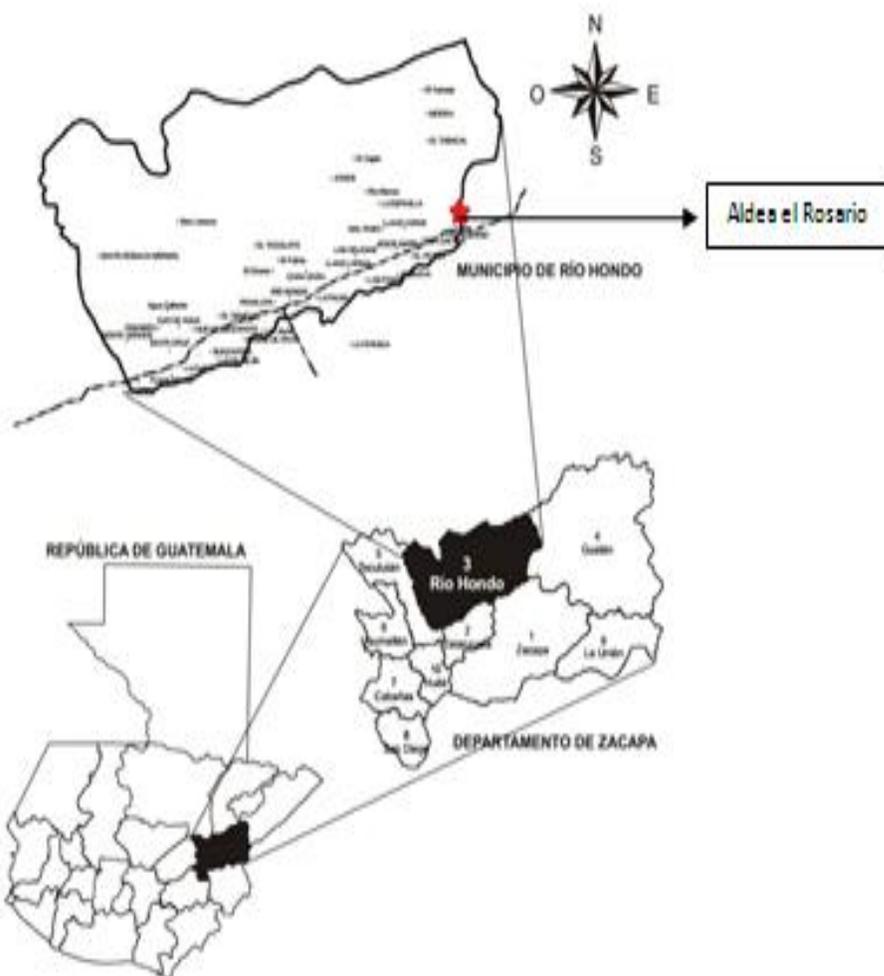
Se utilizó la metodología de fuentes primarias (observación, entrevistas) y fuentes secundarias (consultas a referencias bibliográficas). Con la información recolectada se elaboró una matriz de riesgos (problemas) brindándoles una ponderación: Alto (A), Medio (M) y Bajo (B) y con esto lograr la priorización para atender los problemas a través de los servicios profesionales.

Entre los riesgos o problemas que se lograron identificar encontramos: escasez de agua para riego, falta de buenas prácticas agrícolas, falta de buenas prácticas de manufactura, contaminación de las harinas, control de malezas, fertilización y control de plagas y enfermedades. Con esta información se procedió a trabajar la investigación basada en el problema de la fertilización y los servicios profesionales en buenas prácticas de manufactura, contaminación de harinas y dejar lineamientos para darle pronta solución a los demás riesgos encontrados.

### **1.2. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.2.1. Características generales del área**

La aldea El Rosario se encuentra localizada en el municipio de Río Hondo que forma parte del departamento del Zacapa en el Nororiente del país; sus coordenadas geográficas 15° 5' 0" Latitud Norte y 89° 28' 0" longitud Oeste, a 149 km de la Ciudad de Guatemala. La aldea cuenta con un fácil acceso ya que esta se encuentra ubicada a las orillas de la ruta al Atlántico. (CA-9)



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 1-1 Mapa de ubicación Aldea El Rosario, Municipio Río Hondo, Departamento de Zacapa**

#### **1.2.1.A. Altitud**

El Rosario, se encuentra en un rango de 184.5 m.s.n.m.

#### **1.2.1.B. División política**

La comunidad estudiada para la realización del diagnóstico se encuentra ubicada dentro de la microrregión III del municipio de Río Hondo del departamento de Zacapa.

Integrada por la aldea El Rosario, aldea Pata Galana, aldea El Petón, aldea Jesús María, aldea Jumuzna, aldea Llano Verde, aldea Malpaso, aldea La Espinilla, aldea Jones,

caserío Cajón de Jones, caserío Tabacal Arriba, aldea El Tabacal, caserío El Conacaste, caserío El Naranja, aldea Morán, aldea Las Delicias, aldea Las Pozas, aldea Llano Largo, caserío Río Blanco, fincas Planadas de Margota y El Terrero. La sede o centro de convergencia, es la aldea El Rosario. (PDM, 2010). Las colindancias de la aldea El Rosario son las siguientes al Norte con la aldea Pata Galana Municipio de Río Hondo, al Sur con la aldea El Tempisque municipio de Gualán, al norte Este con la aldea el Tabacal y al oeste con el Zacapa.

## **1.2.2. Clima de la zona bajo estudio**

### **1.2.2.A. Temperatura**

La temperatura anual de la aldea oscila aproximadamente entre los 27.2°C (grados centígrados) llegando a tener máximas de 34°C y mínimas de 20°C las cuales irán variando con el cambio climático que se está produciendo a nivel global. Estos datos fueron obtenidos a través de consultas al INSIVUMEH y a través de dispositivos móviles.

### **1.2.2.B. Precipitación pluvial media**

La precipitación pluvial anual de la aldea El Rosario oscila aproximadamente entre 500 y 650 mm según los datos reportados por la estación meteorológica más cercana. El régimen de lluvias dura aproximadamente 92 días, de mayo a noviembre

### **1.2.2.C. Humedad relativa**

La humedad relativa se encuentra aproximadamente entre los 60 y 72 % y una media de 66%.

## **1.2.3. Zonas de vida**

En el municipio de Río Hondo, se marcan 5 zonas de vida, las cuales se encuentran clasificadas como: monte espinoso subtropical y bosque seco tropical (Valle del Motagua), bosque húmedo subtropical templado, bosque muy húmedo subtropical frío y bosque pluvial montano bajo subtropical (Sierra de las Minas). La aldea El Rosario por pertenecer al Valle del Motagua está clasificada como un monte espinoso subtropical. (PDM, 2010)

#### **1.2.4. Fisiografía y Geología**

La geología de la aldea El Rosario corresponde a rocas metamórficas del tipo anfibolitas, mármoles y serpentinas. (Rodas Azurdía, 2009) También se encuentra bordeada por depresiones que corresponden a la falla del Motagua, además de que se encuentra rodeada por la Reserva de Biósfera de la Sierra de las Minas.

#### **1.2.5. Vías de acceso**

La principal vía de acceso para llegar a la aldea El Rosario es por la carretera CA-9 que de la ciudad Guatemala hasta la aldea hay 149 kilómetros, y posteriormente para llegar a la finca de producción de moringa hay aproximadamente 1.5 – 2 kilómetros sobre terracería y partes con adoquín.

#### **1.2.6. Suelos**

Suelos misceláneos incluye los suelos aluviales no diferenciados y los suelos de los valles no diferenciados; estos son propensos a inundaciones pues se encuentran cerca del río Motagua por lo que son adaptables solamente a cultivos temporales y pueden regarse fácilmente por medio de sistemas sencillos. Los suelos de los valles no diferenciados son terrenos de buena calidad adaptable al cultivo, aunque es necesario proveer regadío para poder utilizarlo a cabalidad. (Simmons, 1959)

#### **1.2.7. Fuentes de agua**

En la comunidad de la Aldea El Rosario pasa el Río Motagua y además cuenta con una quebrada. La calidad de agua no es apta para consumo humano ni para riego en usos agrícolas, además la comunidad cuenta con un tanque comunitario y se tiene previsto la construcción de un segundo para no sectorizar el recurso hídrico en épocas de sequedad y para usos agrícolas. La mayoría de fincas productoras cuentan con sus propios pozos para regar sus cultivos.

#### **1.2.8. Actividades a las que se dedican los pobladores de la Aldea El Rosario, Río Hondo Zacapa**

Dentro de las principales actividades agrícolas de la Aldea El Rosario, cabe mencionar que muchas personas siembran maíz (*Zea mays*) como medio de subsistencia familiar en parcelas propias, otros cultivos en mayores extensiones por empresas privadas que

arrendan tierras para producir melón (*Cucumis melo*) sandía (*Citrillus lanatus*), mango (*Manguifera indica L*). Además, cabe destacar que dentro de la aldea se está cultivando la moringa (*Moringa oleifera Lam*) que es un cultivo con grandes propiedades nutricionales como medicinales, adaptándose bien a las condiciones climáticas y fisiográficas del área. Y dentro de las actividades pecuarias podemos mencionar la ganadería, especialmente la porcicultura.

### 1.2.9. Uso de la tierra

**Cuadro 1-1 Uso de la tierra, Aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa**

Formas de uso	Porcentaje
Cultivos anuales o temporales	63 %
Cultivos permanentes y semipermanentes	33 %
Pastos	2 %
Bosques	2 %
Otras Tierras	0 %
TOTAL	100 %

Fuente: PDM, 2010

### 1.2.10. Descripción general del cultivo

#### 1.2.10.A. Origen del cultivo de moringa

El cultivo de moringa es originario del norte de la India, el cual fue introducido a Guatemala aproximadamente en 1920 como un árbol ornamental, que a través del paso de los años se ha ido estudiando más a profundidad por sus propiedades. Esta planta es perteneciente a la familia Moringaceae la cual cuenta con 14 especies pero la más conocida y la única introducida en Guatemala es Moringa oleífera.

### 1.2.10.B. Clasificación taxonómica

**Cuadro 1-2 Clasificación taxonómica de la Moringa**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Subclase</b>	Dilleniidae
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Capparidales
<b>Familia</b>	Moringaceae
<b>Género</b>	Moringacea
<b>Especie</b>	Moringa oleífera
<b>Nombre científico</b>	Moringa oleífera Lam

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 1.2.11. Requerimientos del cultivo

#### 1.2.11.A. Factores climáticos

a. Altitud

El cultivo de moringa se desarrolla de una mejor manera en regiones semiáridas aproximadamente hasta los 1,400 msnm, arriba de esas alturas la planta no prospera y puede llegar a causarle hasta la muerte. Estudios han determinado que en zonas más bajas a los 1,400 msnm se desarrollan mucho mejor.

b. Precipitación

La moringa tolera una gran cantidad de condiciones climáticas encontrándose en lugares con precipitaciones que varían desde los 250 hasta los 3,000 mm de lluvia. Cuando las precipitaciones son demasiado altas el cultivo se debe de

encontrar con suelos bien drenados y no soporta encharcamientos. Es una planta que resiste bastante bien las sequías.

c. Temperatura

La temperatura recomendable para esta planta es en zonas cálidas del país y en tierras bajas donde exista poca humedad.

d. Viento

La planta de moringa en etapa de vivero es susceptible a los vientos fuertes, esto provoca que las hojas bajas se tornen amarillentas, en etapa adulta la planta soporta un poco más los vientos fuertes, aunque pueden existir problema de que se caigan las vainas que se encuentran secas y en la época de floración que caigan sus flores y esto disminuya la producción.

#### **1.2.11.B. Factores edáficos necesarios para el cultivo de moringa**

a. Suelo

Los suelos para los cultivos de moringa deben ser bien drenados, aunque también se puede adaptar a suelos pesados, pero no se desarrolla como en los suelos drenados, también es recomendable que los suelos posean cantidades mínimas de materia orgánica.

b. pH

Se adapta a diferentes tipos de suelos con pH alcalinos hasta 9 aunque se desarrolla en mejores condiciones en suelos con pH dentro de un rango de 6.5 a 7.5 obteniendo mejores rendimientos en la producción de follaje y semilla.

#### **1.2.11.C. Nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas de moringa**

Como cualquier planta la moringa necesita de los 17 elementos esenciales para el desarrollo de una planta, pero específicamente se necesita que se mantenga el equilibrio constante del nitrógeno y el calcio en la planta. Las fuentes nitrogenadas para favorecer la formación de proteínas que es una de las características nutrimentales de la moringa y el calcio es recomendable aplicarlo después de cada poda para favorecer a mantener las cantidades óptimas de follaje.

#### **1.2.11.D. Malezas que afectan al cultivo de moringa**

Entre las principales malezas que afectan al cultivo de Moringa es el *Cyperus* sp. conocida como collolio, esta se desarrolla durante todas las épocas incrementándose grandemente en época de lluvia.

#### **1.2.11.E. Recolección del follaje y semillas de moringa**

La cosecha del follaje de moringa se realiza cada 2 meses y se cosecha todo el follaje de la planta eliminando los foliolos que se encuentren en malas condiciones o que presentan una coloración amarilla, posteriormente a la recolección del follaje se poda la planta a 20 centímetros del suelo para volverla a cosechar en los siguientes 60 días.

La recolección de semillas se realiza cosechando las vainas cada 9 meses, se colectan las que se encuentran secas y posteriormente se extraen las semillas de las vainas y se ponen al sol antes de ser almacenadas para sus usos posteriores de esta manera evitando que sean contaminados por patógenos que se desarrollan en la humedad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Conocer aspectos económicos, ambientales y agrícolas en finca productora de moringa de la aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, Zacapa.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar el cultivo de moringa, sus propiedades medicinales y nutricionales para consumo humano.
2. Determinar los problemas que afectan a los productores de moringa.
3. Determinar los métodos y prácticas utilizadas en el manejo del cultivo de moringa.
4. Conocer las prácticas y métodos que se realizan en la postcosecha de la moringa.

## **1.4. METODOLOGÍA**

Para la elaboración del diagnóstico de la plantación de moringa en la aldea El Rosario de Río Hondo, Zacapa, fueron aplicadas diferentes técnicas para recabar la mayor información posible, estas aportaron los datos necesarios para conocer los problemas que con mayor frecuencia aquejan a los productores de la moringa utilizando fuentes primarias y secundarias.

### **1.4.1. Fuentes Primarias**

#### **1.4.1.A. Observación**

La metodología utilizada para la técnica de la observación fue recorrida con algunos de los trabajadores de campo de la empresa, con el fin de conocer su situación actual y con los recursos que cuenta y algunas deficiencias que se pudieron observar dentro de las plantaciones de moringa y en la planta procesadora para la industrialización de la materia prima.

#### **1.4.1.B. Entrevista**

Esta técnica permitió conocer aspectos puntuales de la plantación del cultivo de moringa, estas fueron realizadas a dueños de la empresa ARVID, trabajadores de campo, comerciantes de los productos elaborados de moringa y población general (Consumidores).

### **1.4.2. Fuentes Secundarias**

#### **1.4.2.A. Tesis**

Las fuentes secundarias consultadas para la realización del diagnóstico fueron tesis de estudiantes de diferentes facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, las cuales están realizadas en el municipio de Río Hondo, y brindan información útil de diferentes aldeas y entre ellas de la Aldea el Rosario. Estas se evaluaron y se compararon los datos similares para definir la congruencia de estos con la situación actual.

### **1.4.2.B. Plan de Desarrollo Municipal**

El Plan de Desarrollo Municipal es un documento que proporciona la municipalidad de Río Hondo del departamento de Zacapa, fue elaborado con un esfuerzo entre diversos actores locales en el seno del Consejo del municipio, en donde confluyen también el Concejo Municipal, delegados de los Consejos Comunitarios de Desarrollo, instituciones sectoriales con presencia en el municipio, empresarios locales, líderes de la sociedad civil, y facilitado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN, y planifican diversas actividades de: diagnóstico, problematización e identificación de potencialidades y de visualización en el futuro del tipo de desarrollo deseado para el municipio de Río Hondo.

## **1.5. RESULTADOS**

### **1.5.1. Cultivo de la Moringa**

Es una planta perenne de la familia Moringaceae, se puede aprovechar hasta el 100% por sus características nutricionales y medicinales, de sus épocas de cosecha dependerán de la materia prima que se desee obtener; si es para utilizar el follaje para la elaboración de harinas, capsulas, etc.; la cosecha se realiza a los tres meses después de la siembra, si es para la obtención de semillas (aceites, harinas, resiembra) la cosecha se realiza a los nueve meses después de la siembra; donde se debe de tomar en cuenta como factor importante para la segunda cosecha u obtención de semillas debe de ser en época seca o verano.

#### **1.5.1.A. Características medicinales del cultivo**

Al cultivo de moringa se le atribuyen una gran cantidad de propiedades medicinales pocas han sido investigadas por lo que se hace necesario profundizar para afirmar que la planta si ayuda en temas relacionados con la salud. Dentro de las propiedades medicinales que la planta posee según literatura consultada se detallan en la siguiente lista:

1. Incrementa las defensas naturales del cuerpo
2. Promueve la estructura celular del cuerpo
3. Controla de forma natural los de colesterol sérico
4. Reduce la aparición de arrugas y líneas finas
5. Promueve el funcionamiento normal del hígado y el riñón

6. Embellece la piel
7. Proporciona energía
8. Actúa como antioxidante
9. Promueve una correcta digestión
10. Proporciona un sistema circulatorio saludable
11. Es anti-inflamatorio
12. Produce una sensación de bienestar general
13. Regula los niveles normales de azúcar en la sangre

Prácticamente todas las estructuras del árbol tienen propiedades medicinales, pero las hojas, los frutos y las semillas merecen una atención especial.

#### **1.5.1.B. Propiedades nutricionales del cultivo**

Las hojas, flores y semillas de la planta de moringa han sido utilizadas en la alimentación humana y también sometidas a investigaciones por poseer gran cantidad de proteínas, vitaminas, aminoácidos, etc., son importantes para la dieta de las personas. A continuación, se presentan algunas de las propiedades nutricionales con las que cuenta la planta.

La planta de Moringa contiene gran cantidad de vitaminas A, C, E, K, B1, B2, B3, B6 y Betacaroteno. Por ejemplo: En vitamina A, sus hojas secas proporcionan diez veces más que la zanahoria. Mientras que sus hojas frescas, tienen siete veces más vitamina C que la naranja (Alfaro, NC. 2008).

Las proteínas tienen múltiples funciones en el organismo, son responsables de formar las estructuras, son el resultado de la combinación de veinte aminoácidos diferentes, nueve son nutrientes esenciales. (Fenilalanina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano, Valina).

Las hojas, contienen entre un 3 y un 13% de fibra, los ácidos grasos que contiene la Moringa, son beneficiosos como el aceite omega 6. Tanto los macro como los micronutrientes necesarios para el ser humano están incluidos en la composición de la moringa. Entre ellos se encuentran: calcio, potasio, magnesio, fósforo, cobre, hierro y zinc.

#### **1.5.2. Problemas que afectan a los productores**

Los resultados obtenidos en el diagnóstico comunitario es una priorización de problemas, presentan en el cuadro siguiente y en base a ellos se determinaron los servicios e investigación a realizar durante el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado.

### 1.5.2.A. Riesgo

**Cuadro 1-3 Riesgo y calificación en plantación del cultivo de moringa Río Hondo, Zacapa**

<b>RIESGO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
<b>Escasez de agua para riego</b>	Medio (M)
<b>Buenas prácticas agrícolas</b>	Alto (A)
<b>Buenas Prácticas de manufactura</b>	Alto (A)
<b>Contaminación de harinas</b>	Medio (M)
<b>Control de Malezas</b>	Medio (M)
<b>Fertilización</b>	Alto (A)
<b>Control de Plagas y Enfermedades</b>	Bajo (B)

### 1.5.2.B. Calificación del riesgo

Las escalas de cuantificación de riesgos son generalmente arbitrarias y adaptadas de acuerdo con daños observados, se considera Alto(A), cuando el cultivo de Moringa es afectado extensivamente, se considera Medio (M) cuando el cultivo es afectado focalmente, se considera Bajo(B) cuando la población es afectada en forma mínima.

### 1.5.2.C. Descripción del riesgo

#### 1.5.2.C.a. Escasez de agua para riego

Este es un problema que afecta a la mayoría de fincas productoras de cualquier cultivo en la región y no es la excepción para la empresa productora de moringa la falta de agua para riego en épocas de sequía, la empresa cuenta con 2 pozos que funcionan a través de bombas; en los meses de agosto y parte de septiembre los

pozos llegan a secarse por falta de precipitación en el área convirtiéndose en un riesgo calificado como medio. Sabemos que la planta soporta sequias, pero es necesario aplicar riego cada cierto tiempo para que la producción se mantenga estable.

#### **1.5.2.C.b. Buenas prácticas agrícolas**

Existen normas y metodologías como buenas prácticas agrícolas donde se incluye desde la preparación del cultivo hasta la cosecha y transporte al empaque, en la empresa ARVID estas prácticas no se utilizan y se realizan metodologías que afectan la sanidad del cultivo, lo que la convierte en un riesgo alto, debido a que el personal de campo no está consiente que pueden ser un vehículo de contaminación para el cultivo por no seguir normas de higiene personal y también por prácticas que pueden dañar el cultivo.

#### **1.5.2.C.c. Buenas prácticas de manufactura**

Este riesgo se refiere a la sección de empaque y procesamiento de la materia prima (moringa), donde se observó que no se utilizan las normas de asepsia y de higiene personal lo que provoca que los productos procesados se encuentren contaminados por tal razón se encuentra en la categoría de un riesgo alto por tratarse de productos que son comercializados para consumo humano.

#### **1.5.2.C.d. Contaminación de harinas**

Los análisis microbiológicos y bacteriológicos muestran en sus resultados que algunas de las harinas elaboradas con el follaje de moringa se encuentran contaminadas con algunos coliformes, lo que ha generado problema al no poder utilizarla como materia prima para la elaboración de los productos que se comercializan en la empresa.

#### **1.5.2.C.e. Control de malezas**

Es un riesgo para la empresa debido a que la metodología de control es de forma manual utilizando machetes y azadones, por las extensiones el tiempo utilizado para esta labor es demasiado alto, por lo tanto descuidan otras labores agrícolas

que se deben de realizar en el cultivo para que se desarrolle de la mejor manera, la calificación para este riesgo es medio.

#### **1.5.2.C.f. Fertilización**

La empresa no cuenta con ningún plan de fertilización y tampoco realizan ningún tipo de fertilización lo que ocasiona un gran problema clasificado como un riesgo Alto debido a que si no existe un equilibrio de nutrientes esenciales para la planta esta reduce sus rendimientos tanto en follaje como en semilla debido a que los suelos se desgastan por sus usos intensivos por lo que es necesario realizar aplicaciones. La plantación tiene aproximadamente 5 años y nunca se ha realizado ninguna aplicación de ningún fertilizante de tipo sintético y tampoco de tipo orgánico.

#### **1.5.2.C.g. Control de plagas y enfermedades**

No se realiza un control de plagas y enfermedades planificado, la planta no presenta en etapas adulta; en etapa de vivero es atacada por las hormigas y zompopos y algunas plantas llegan a presentar mal de talluelo (*Pythium sp.*) por lo que está calificada como un riesgo bajo.

#### **1.5.3. Manejo Agronómico**

- Siembra: Se puede realizar utilizando la semilla (siembra directa) en el área definitiva o realizar almácigos y posteriormente serán trasplantarlos en el campo.
- Desmalezado: Este se realiza de manera manual utilizando machetes y azadones después de cada corte y también de manera mecanizada utilizando chapeadoras para malezas con un tipo de tallo no leñoso igualmente que la manual después de cada corte.
- No se registran enfermedades importantes para este cultivo.
- Fertilización: Sera la designada en la investigación en cada tratamiento a base de los diferentes tipos de estiércol (gallinaza, cerdaza, bovinaza) comparadas con un testigo absoluto.
- Riego: Las plantas de Moringa no necesitan mucho riego. En época seca se recomienda regar durante los primeros dos meses y después cuando se observa que la planta está sufriendo de estrés hídrico en las fincas evaluadas se utiliza agua

de pozos y aplicando riego de planta en planta utilizando una manguera mientras se instala un sistema de riego por goteo.

- Podas: Cuando las plantas alcanzan una altura de 60 cm en el campo principalmente, cortar la rama principal a 10cm de punta de la parte superior.
- Cosecha: La cosecha para la producción de follaje se realiza a los 45 días en época lluviosa y a los 60 días en época seca a una altura aproximadamente entre 20 y 30 cm. del suelo, los restos de tallos y ramas se utilizan para elaboración de abonos de tipo orgánico. En la actualidad se tiene contemplado que estos tallos y ramas pueden ser utilizados para la extracción de la zeatina (citoquinina natural que se aísla de las plantas) y ser utilizado como un regulador de crecimiento y de esta manera obtener un producto más de la moringa.
- Post cosecha: El follaje se pone a deshidratar en hornos artesanales, posteriormente es pulverizada y procesada para la obtención de las harinas, de la misma manera se realiza con las semillas el 90 % son utilizadas para obtención de harina o extracción aceite y el otro 10 % es utilizada para resiembras en el campo de producción.

#### **1.5.4. Prácticas y métodos post-cosecha**

##### **1.5.4.A. Follaje**

Luego de cosechar el follaje en verde es trasladado a la secadora artesanal solar, donde la materia es pesada para obtener el peso húmedo, posteriormente el follaje húmedo es colocado y distribuido en las bandejas para que pierda toda la humedad en 48 horas.

Con el follaje seco es recolectado y almacenado en bolsas plásticas para ser pesado nuevamente como materia seca y trasladado a la planta trituradora para la elaboración de harina de follaje y almacenado nuevamente en bolsas para su traslado a la empacadora, donde por último es puesto a disposición del consumidor final.

##### **1.5.4.B. Semilla**

Luego de ser colectadas las vainas en sacos son colocadas al sol y aporreadas para que se abran y poder reunir las semillas que son almacenadas en sacos y posteriormente enviadas a la planta procesadora donde son colocadas en una prensa hidráulica para la obtención de su aceite y el resto es triturada para la obtención de harina de color blanco esta es empacada para su comercialización. El aceite obtenido de las semillas es almacenado en goteros o utilizado para la elaboración de jabón corporal y shampo para el cabello debido a sus características medicinales y nutrimentales.

## **1.6. CONCLUSIONES**

1. La planta de Moringa contiene gran cantidad de vitaminas A, C, E, K, B1, B2, B3, B6 y Betacaroteno, además posee una gran cantidad de proteínas y aminoácidos que son fundamentales en la dieta de los seres humanos. También la Moringa se caracteriza por tener propiedades medicinales entre las cuales se pueden mencionar la proporción de energía que esta genera, funciona como antioxidante.
2. Los problemas que afectan a los productores de Moringa en esta región del país son, enfermedades y plagas en el cultivo, fertilización y sus dosis adecuadas a implementar.
3. Los métodos y prácticas de manejo aplicadas en el cultivo de Moringa en el control de malezas se hacen ineficientes en épocas de lluvia debido a que estas se desarrollan de una manera acelerada y el personal que maneja las labores de campo se dedican solo a esta labor utilizando métodos manuales para el control de las mismas descuidando otras actividades que deben realizarse para que la planta se desarrolle en óptimas condiciones. Para el manejo de plagas y enfermedades dentro de la plantación no se utiliza ningún método ni practica al igual para la fertilización son plantas que no son tratadas y debido a esto sus rendimientos son más bajos
4. El manejo y las practicas post-cosecha para la obtención de harinas de follaje se realiza a los tres meses de sembrada la planta o el mismo tiempo de haber sido podada. Para la obtención de aceites y harinas de las semillas de Moringa se realiza a los 9 meses de ser sembradas o de haber realizado la poda a plantaciones antiguas.

## **1.7. RECOMENDACIONES**

Se deben realizar más estudios sobre los factores que influyen en el rendimiento de Moringa en la región de Zacapa para brindar capacitaciones de cómo mejorar los procesos productivos en campo y en la planta procesadora para obtener productos y materia prima de mejor calidad. Además, se debe de realizar estudios detallados sobres los problemas (enfermedades y plagas) que podrían afectar al cultivo.

## 1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, NC. 2008. Rendimiento y uso potencial de paraiso blanco, *Moringa oleifera* Lam. en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en las comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala; proyecto Fodecyt no. 26-2006. Guatemala, CONCYT / USAC, Facultad de Farmacia. 31 p.
2. Rodas Azurdia, AR; Aragón Chávez, RA. 2009. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. Tesis Lic. Administración de empresas. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 204 p.
3. Roldan, EL. 2006. Historia del municipio de Río Hondo departamento de Zacapa. Tesis Lic. Humanidades. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 149 p.
4. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala); COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo, Río Hondo, Zacapa, Guatemala). 2009. Plan de desarrollo municipal 2011 -2019. Río Hondo, Zacapa, Guatemala. 302 p.
5. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional / Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. p. 457.

**1.9. ANEXOS: Fotografías**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 1-2 A. Fotografía de la forma de recolectar el follaje de Moringa**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 1-3 A. Fotografía del manejo post-cosecha del follaje de Moringa**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 1-4 A. Fotografía escasez de agua para riego del cultivo de Moringa en época seca**



## CAPITULO II

**Evaluación del efecto de dos dosis de tres fuentes de Abono Orgánico sobre el rendimiento de follaje de Moringa (*Moringa oleífera Lam*), Río Hondo, Zacapa, Guatemala, C.A.**

**Evaluation of the effect of two doses of three types of organic fertilizer on yield of foliage Moringa (*Moringa oleífera Lam*), Río Hondo, Zacapa, Guatemala C.A.**

## 2. CAPITULO II: INVESTIGACIÓN

### 2.1. PRESENTACIÓN

La empresa ARVID fue fundada aproximadamente en el año 2009 con el objetivo de generar ingresos con la producción y comercialización de los productos obtenidos a través de la Moringa (harinas, capsulas, aceite, jabón shampoo), además de fomentar la relación social empresarial con pobladores de la aldea El Rosario, beneficiándolos con distintas actividades no relacionadas con la producción de la Moringa.

El cultivo de la Moringa (*Moringa oleífera* Lam) en los últimos años ha sido cultivado en Guatemala específicamente en los departamentos de Zacapa y el Progreso debido a que se adapta a las condiciones climáticas de esta región. El cultivo de la moringa funciona como un suplemento alimenticio según lo indican investigaciones realizadas por la FAO, OMS y Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Santander Argentina, etc.

Las principales propiedades nutricionales de la hoja de la Moringa según estudio realizado por la FAO, el contenido de proteínas es del 27 % (tanto como el huevo y el doble de la leche), tiene cantidades significativas de calcio (cuatro veces más que la leche), hierro, fósforo y potasio (tres veces más que los plátanos), así como vitamina A (cuatro veces más que las zanahorias) y vitamina C (siete veces más que las naranjas) (Benitez Wilberth, 2012).

En esta investigación se analizó la aplicación de abonos orgánicos (gallinaza, cerdaza, y bovinaza) con dos dosis (0.91 -2.27 kg/planta) diferentes cada una y como resultado obtener información sobre si al aplicarlos estos aumentan el rendimiento en producción de la Moringa. Dentro de las características de este cultivo encontramos es anti-oxidante, embellece la piel, incrementa la energía, mejora la vista, normaliza la presión sanguínea, infecciones urinarias y renales, anti-colesterol, anti-inflamatorio, anti-depresivo, fortalece el sistema inmunológico, anti-tumores, mejora la cicatrización, normaliza los niveles de azúcar en la sangre, reduce el apetito, desintoxica, mejora la digestión, anti úlceras, anti-hongos, reduce las arrugas y las líneas de la edad; por lo tanto es necesario incrementar la producción.

La importancia aumentar el rendimiento del follaje de Moringa en ausencia de un plan de fertilización, es que los fertilizantes tienen una relación directa con la producción debido a la falta o exceso de algún elemento aprovechable por la planta; por ejemplo cuando el suministro de nutrientes en el suelo es amplio probablemente la planta aumente su rendimiento creciendo de una manera mejor; además contribuirá de varias maneras una de las principales es la de mejorar el patrimonio de la empresa, contribuirá con suministrar

a la población creciente con las cantidades necesarias de nutrientes que contiene la planta y también que se observara que la producción está incrementando y los costos en la incorporación de materia orgánica también los motivara a realizar un plan de fertilización para no aplicar de más la materia orgánica aplicando lo correcto.

En Guatemala como en muchos países del mundo predomina el uso de fertilizantes de origen sintético y existe poco conocimiento de los beneficios que pueden producir los fertilizantes de origen orgánico. Como se ha demostrado en estudios realizados que el uso de abonos orgánicos tiene una disponibilidad de nutrientes más lenta lo que puede representar un porcentaje menor en rendimientos comparado contra el uso de sistemas convencionales (Fertilizantes sintéticos), pero al analizar los impactos que estos provocan al ambiente son mayores comparados con los fertilizantes orgánicos, además la utilización de fertilizantes químicos aumentan los costos en la producción y también aumentan la salinización de los suelos.

El presente trabajo se realizó en el área de producción de follaje para la elaboración de harinas de la empresa ARVID ubicada en la aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, Zacapa, tomando en cuenta que las otras labores que se le realizan al cultivo serán las mismas solo se pretende analizar la incorporación de estos abonos al suelo. La investigación es parte del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En el período comprendido de febrero a noviembre de 2015, dejándole un beneficio a la empresa para posteriores aplicaciones de abonos de origen orgánico y para otros productores que se estén iniciando en el cultivo de la Moringa.

Dentro de los resultados obtenidos en esta investigación se pudo determinar que el tratamiento que presentó mejor rendimiento en follaje de Moringa fue la gallinaza con una dosis de 2.27 kg por planta, pero al realizar el análisis estadístico comparándolo con los demás tratamientos y dosis no presentó diferencia estadística significativa, por lo tanto no presenta ningún efecto aplicarlo, todos producen el mismo efecto, obteniendo un promedio de 172.95 kg de follaje seco por hectárea aproximadamente. En cuanto a la interpretación del análisis bromatológico la aplicación de los abonos orgánicos no incrementa ni disminuye el nivel de proteínas crudas proporcionadas por el follaje seco presenta un promedio de 23.79 g en 100 g. Debe seguir siendo investigado en el transcurso del tiempo; el efecto de los abonos orgánicos en los cultivos no es de efecto inmediato por lo que se recomienda continuar con la investigación para obtener información más detallada sobre los efectos que están produciendo los abonos orgánicos a través del tiempo. Además, en este trabajo realizado se hace un análisis de rentabilidad donde se interpreta que la aplicación de la gallinaza es la que presenta a un menor costo, pero para este caso no es factible aplicarlo; no hay diferencia con el testigo al que no se le aplico nada.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. *Moringa oleífera* Lam

La *Moringa oleífera* es reconocida con diferentes nombres comunes. En Guatemala se le llama moringa, ben, árbol de ben, perlas, paraíso blanco, Arango, badumbo, brotón, caragua, caraño, marengo, sasafrás, o teberindo (Gómez Gómez, 2013), (Ver figura 2-1)



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 2-1 Fotografía del árbol de *Moringa oleífera* en Plantación de ARVID**

#### 2.2.1.A. Historia

El árbol de *Moringa oleífera* Lam es una planta nativa de la India al sur de los montes del Himalaya, se sabe que este cultivo ya tiene varios de milenios de existencia en esta región ya que aparece mencionada en el *Sushruta samhita* en el primer milenio A.C. en la cual cuenta que los Indios la utilizaban como planta medicinal y de las semillas obtenían aceites. También en estas épocas identificaron dos tipos de plantas de *Moringa*; la silvestre y la cultivada en las cuales se observaban variaciones en cuanto al color de la flor, para las plantas silvestres era rosada y para las plantas cultivadas estas son de color blanco, además relatan que el sabor era diferente en las plantas silvestres era amarga y en las plantas cultivadas es el que se conoce actualmente (Kanjilal 1911, Osmaton 1927).

El nombre de la planta *Moringa* se debe a que se hace referencia al nombre del árbol en las lenguas davidianas (Morunga).

Los primeros especímenes de *Moringa* que se encuentran en los herbarios en los herbarios de Londres y Paris datan aproximadamente de 1825 procedentes de Senegal.

### 2.2.1.B. Descripción Botánica

En el cuadro 2-1 se puede observar la descripción botánica Determinada por Lammark para el cultivo de *Moringa*.

**Cuadro 2-1 Descripción Botánica de la *Moringa oleifera***

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Embryophyta
<b>Sub-división</b>	Diploidalia
<b>Clase</b>	Dicotiledoneae
<b>Sub-clase</b>	Archichlamydeae
<b>Orden</b>	Rhoeadales
<b>Familia</b>	Moringaceae
<b>Genero</b>	<i>Moringa</i>
<b>Especie</b>	<i>Moringa oleifera</i>

### 2.2.1.C. Manejo del cultivo

La *Moringa* tolera un amplio rango de condiciones climáticas y de suelo. Crece en lugares con precipitación que varía desde 250 hasta 3000 mm de lluvia. La planta es propia de las tierras bajas y cálidas cerca de las riberas de los ríos. Se ha adaptado a condiciones de suelo del trópico húmedo, seco y árido e incluso crece en suelos pesados hasta 1,200 msnm pero a esta altitud no se desarrolla como en las zonas bajas más cálidas. La planta se adapta a suelos duros o pesados, suelos con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica. En términos generales, el terreno donde se planta debe poseer un buen drenaje ya que esta planta no soporta el encharcamiento. Es un árbol de crecimiento rápido y se ha encontrado que crece hasta 6 – 7 m en un año en las áreas que reciben menos de 400 mm de precipitación anual media (Ruiz Funes, 2011).

## 2.2.2. Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener cantidades importantes de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se va enriqueciendo con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. (SAGARPA)

### 2.2.2.A. Gallinaza

La gallinaza es un fertilizante orgánico que combina todos los nutrientes esenciales N, P, K y otros macro y micro elementos, con un alto contenido de materia orgánica. Esto hace que sea un producto que ejerce unos efectos muy positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando los rendimientos de la moringa.

#### 2.2.2.A.a. Composición Promedio de la gallinaza

En el cuadro 2-2 se puede ver de que está compuesta la gallinaza y cuál es su % o mg/kg de los elementos que la compone además de su pH

**Cuadro 2-2 Composición promedio de la gallinaza**

<b>pH</b>	7.90
<b>Materia Orgánica</b>	58 %
<b>Nitrógeno</b>	4 %
<b>Fosforo</b>	2.60 %
<b>Potasio</b>	2.30 %
<b>Calcio</b>	9.50 %
<b>Magnesio</b>	0.80 %
<b>Sodio</b>	0.30 %
<b>Hierro</b>	506.10 mg/kg
<b>Manganeso</b>	297.50 mg/kg
<b>Cobre</b>	37.40 mg/kg

<b>Zinc</b>	531.80 mg/kg
<b>Relación C/N</b>	7.26
<b>Conductividad</b>	4.57 dS/m
<b>Densidad</b>	500 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2014

### 2.2.2.B. Cerdaza

La cerdaza puede ser utilizada como un fertilizante de tipo orgánico y alimento, fuente de energía y para cama de animales.

Una de las desventajas que es importante mencionar de la utilización de la cerdaza es que presenta altos contenidos de nitrógeno y fósforo y quedan residuos que no son metabolizados o aprovechados por la planta por lo que se deben tomar precauciones de las cantidades (dosis) a aplicar ya que pueden provocar problemas ambientales un ejemplo de los altos contenidos de nitrógeno es que puede penetrar las aguas del subsuelo y contaminarlas causando intoxicación para los que consumen estas aguas e incluso para los mismos peces.

#### 2.2.2.B.a. Composición promedio de la cerdaza

En el cuadro 2-3 se puede observar la información la cual servirá para determinar los contenidos de los elementos esenciales que contiene la cerdaza para el desarrollo de la planta.

**Cuadro 2-3 Composición promedio de la cerdaza**

<b>Humedad</b>	80 %
<b>Nitrógeno</b>	3.73 %
<b>Fósforo</b>	4.52 %
<b>Potasio</b>	2.89 %
<b>Cobre</b>	1160.5 mg/kg
<b>Calcio</b>	2.51%

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2014

### 2.2.2.C. Bovinaza

Este tipo de estiércol ayuda a los suelos de una manera estructural contribuyendo a promover la agregación de estructuras terrosas, y se sabe que el efecto nutritivo para las plantas es mucho menor que otros estiércoles, debido a que se prolonga por más años desde su aplicación (Alvares Ángel, Berrios Rolando & Fuentes Sandra; 2005).

#### 2.2.2.C.a. Composición promedio de la bovinaza

En el cuadro 2-4 se encuentran los datos de contenido de elementos que contiene la bovinaza también como su relación C/N, el pH.

**Cuadro 2-4 Composición promedio de la bovinaza**

<b>Humedad</b>	36 %
<b>pH</b>	8
<b>Materia Orgánica</b>	70 %
<b>Nitrógeno</b>	1.5 %
<b>Fosforo</b>	0.6 %
<b>Potasio</b>	2.5 %
<b>Calcio</b>	3.2 %
<b>Magnesio</b>	0.8 %
<b>Zinc</b>	130 ppm
<b>Manganeso</b>	264 ppm
<b>Hierro</b>	6354 ppm
<b>Relación C/N</b>	16
<b>Tasa de Mineralización</b>	35 %/año

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2014

### 2.2.3. Material Experimental

El material utilizado para este experimento es la planta de *Moringa oleifera* Lam específicamente el follaje con el cual se determinó cuál es el rendimiento con cada uno de los tratamientos al aplicarles los diferentes abonos especificados en el croquis de campo al igual que las dosis.

El follaje que es la parte de la planta que nos interesa para realizar esta investigación son hojas compuestas con una longitud aproximadamente entre 30 a 70 cm, conformada por grupos de folíolos dispuestos en tres subniveles (folíolo primario, folíolo secundario y folíolo terciario) opuestos impares (imparipinada) distribuidos en un eje central llamado raquis (Molano Luis, 2011), (Ver figura 2-2).



Fuente: Molano Luis, 2011

**Figura 2-2 Fotografía de la hoja, tripinada de la *Moringa oleifera* Lam**

### 2.2.4. Manejo Agronómico del experimento

- Siembra: Se puede realizar utilizando la semilla (siembra directa) en el área definitiva o realizar almácigos los cuales después serán trasplantados en el campo.
- Desmalezado: Este se realiza de manera manual utilizando machetes y azadones después de cada corte y también de manera mecanizada utilizando chapeadoras para malezas con un tipo de tallo no leñoso igualmente que la manual después de cada corte.
- No se registran enfermedades importantes para este cultivo.

- Fertilización: Será la designada en la investigación en cada tratamiento a base de los diferentes tipos de estiércol (Gallinaza, Cerdaza, Bovinaza) comparadas con un testigo absoluto.
- Riego: Las plantas de moringa no necesitan mucho riego. En época seca se recomienda regar durante los primeros dos meses y después cuando se observe que la planta está sufriendo de estrés hídrico en las fincas evaluadas se utiliza agua de pozos y aplicando riego de planta en planta utilizando una manguera mientras se instala un sistema de riego por goteo.
- Podas: Cuando las plantas alcanzan una altura de 60 cm en el campo principalmente, pellizcar (cortar) la rama principal a 10cm de punta de la parte superior.
- Cosecha: La cosecha para la producción de follaje se realiza a los 45 días en época lluviosa y a los 60 días en época seca a una altura aproximadamente entre 20 y 30 cm. del suelo, los restos de tallos y ramas se utilizan para elaboración de abonos de tipo orgánico. En la actualidad se tiene contemplado que estos tallos y ramas pueden ser utilizados para la extracción de la zeatina (citoquinina natural que se aísla de las plantas) y ser utilizado como un regulador de crecimiento y de esta manera obtener un producto más de la moringa.
- Post cosecha: El follaje se pone a deshidratar en hornos artesanales, la cual posteriormente es pulverizada y procesada para la obtención de las harinas, de la misma manera se realiza con las semillas ya que el 90 % son utilizadas para obtención de harina o aceite y el otro 10 % es utilizada para resiembras en el campo de producción.

### **2.2.5. Investigaciones relacionadas con el tema**

En el efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleifera* vc. Plain, Se incorporaron al suelo 20 t/ha de estiércol vacuno, y se aplicaron otras 10 t/ha después del segundo corte (Padilla C., 2014).

En algunas otras investigaciones que se han realizado sobre la producción de follaje de *Moringa* recomiendan que después de la fertilización a base de estiércoles o compost debe agregarse una fertilización con micronutrientes y calcio entre cada corte.

Lok, Sandra; Suares, Y, (2014). Indican en su investigación que la aplicación de fertilizantes (estiércol vacuno + Ecomic) contribuye en la producción de follaje y en positivamente en las cantidades de nutrientes presentes en el suelo. Y además indican que el Ca, el Mg y el pH dependen del contenido de materia orgánica existente. Por lo tanto, ellos mencionan que con la utilización de abonos orgánicos se producen mejores efectos en la *Moringa*.

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de dos dosis de tres fuentes de abono orgánico sobre el rendimiento de follaje de Moringa (*Moringa oleifera*) bajo las condiciones de la Aldea el Rosario, Municipio de Río Hondo, Departamento Zacapa.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

1. Determinar el tipo de abono orgánico que produce el mayor rendimiento de follaje de Moringa (*Moringa oleifera*) en una época de cosecha.
2. Determinar la dosis de abono orgánico que tiene el mejor rendimiento de follaje de Moringa (*Moringa oleifera*).
3. Cuantificar que tratamiento de abono orgánico produce los mejores valores nutricionales en follaje de Moringa (*Moringa oleifera*).
4. Realizar un análisis de rentabilidad de los tratamientos en relación con los rendimientos de follaje de Moringa (*Moringa oleifera*).

## **2.4. METODOLOGÍA**

### **2.4.1. Hipótesis de la investigación**

La dosis de 2.27 kg de abono orgánico tipo cerdaza producirá el mayor rendimiento de follaje de *Moringa oleífera*.

### **2.4.2. Selección del lote a trabajar**

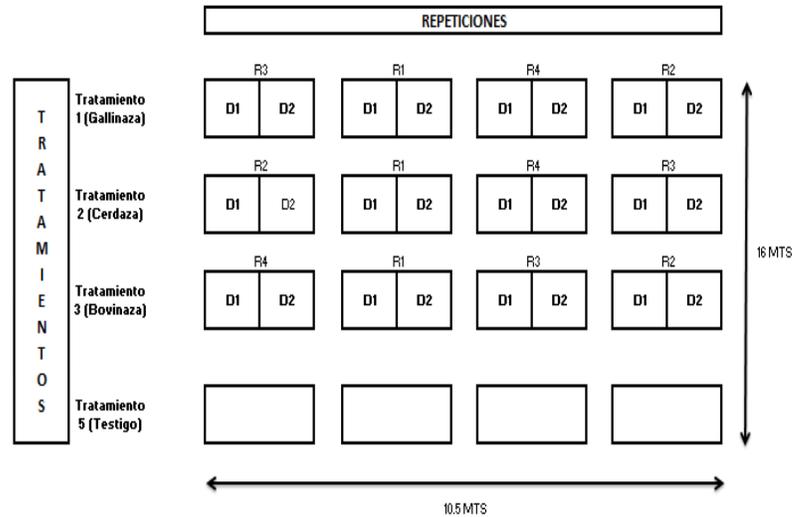
La selección del lote se realizó para mejorar las condiciones del suelo donde las plantas desarrollan poco follaje comparado con otras áreas de siembra del cultivo.

### **2.4.3. Análisis de suelo**

Se extrajo una muestra de suelo aproximadamente de un kilogramo (kg) del lote seleccionado para la investigación haciendo sub muestras de primero y luego se homogenizo para que los datos sean de mayor relevancia la cual fue enviada al laboratorio de suelos para realizar un análisis de las condiciones en que se encuentra el suelo para conocer con que elementos cuenta y además obtener la cantidad de materia orgánica que aportan esos suelos antes de la incorporación de los abonos orgánicos.

### **2.4.4. Croquis de campo para desarrollo de la investigación**

Se realizó el croquis de campo y se determinó el número de tratamientos, número de repeticiones, unidades experimentales, la cantidad de plantas por unidad experimental y la cantidad de plantas totales para el proyecto de abonos orgánicos de tipo estiércol, (Ver figura 2-3).



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 2-3 Croquis de la distribución de la parcela para aplicación de abonos orgánicos (dosis, tratamientos y repeticiones)**

Cada unidad experimental conto con 12 plantas de Moringa para producción de follaje, las repeticiones que se encuentran con el arreglo bifactorial cada sub unidad experimental tuvo 6 plantas y el número total de plantas para la parcela experimental será de 192 plantas.

Los tratamientos utilizados en la parcela experimental fueron los siguientes:

- **Tratamiento 1** = Gallinaza
- **Tratamiento 2** = Bovinaza
- **Tratamiento 3** = Cerdaza
- **Tratamiento 4** = Testigo

Las dosis utilizadas en las parcelas experimentales arregladas bifactorialmente fueron:

- **Dosis 1** = 2 libras del tratamiento (gallinaza, bovinaza, cerdaza,) por planta.
- **Dosis 2** = 5 libras del tratamiento (gallinaza, bovinaza, cerdaza,) por planta.

La cantidad de cada tipo de abono orgánico (Estiércol) fueron 76.36 kg para cubrir el experimento realizado; las cuales se dividieron en 21.81 kg para la dosis 1 y 54.54 kg para la dosis 2, con esta cantidad se cubrió cada unidad experimental del tratamiento y sus cuatro repeticiones. Y para el testigo sin ninguna aplicación.

#### **2.4.5. Tratamiento de abonos orgánicos (estiércoles)**

*Deshidratación al sol:* De esta manera se obtiene el producto seco el cual puede almacenarse o incorporarse al suelo reduciendo la contaminación. El manejo que se le da en este tratamiento es mínimo, el estiércol ya seco se debe de pulverizar y una de las desventajas que puede ocasionar este tratamiento es que se puede disminuir el nivel de nutrientes. Dentro de las ventajas es que minimiza el volumen además de reducir los olores desagradables y la contaminación ambiental. (Ver anexos)

Cuando los estiércoles no son compostados existen pérdidas por Volatilización tal es el caso del nitrógeno el cual se pierde hasta un 10 %, también existen pérdidas por filtración cuando no se secan en un lugar donde exista cemento o algo que pueda contener la filtración.

#### **2.4.6. Manejo de la Parcela Experimental**

En el manejo del área experimental se realizaron 16 unidades experimentales en las cuales se evaluaron tres tratamientos de abonos orgánicos tipo estiércol (Gallinaza, Cerdaza y Bovinaza) los cuales fueron comparados contra un testigo absoluto, además cada uno de los tratamientos tuvo cuatro repeticiones; los tres tratamientos de abono orgánico tipo estiércol tuvieron un arreglo bifactorial por lo tanto la unidad experimental se dividió en dos en las cuales se evaluarán dos diferentes dosis de los abonos orgánicos (0.91-2.27 kg) .

Posteriormente a las aplicaciones de los abonos orgánicos el manejo agronómico de la parcela fue el mismo que se utiliza hasta el momento (Riego, desmalezado, podas, etc.) de la parcela experimental. La cantidad de agua que se utilizó para riego no varío con ninguna unidad experimental para que los resultados que se obtuvieron tengan una mayor precisión y confiabilidad.

#### **2.4.7. Toma de datos**

La toma de datos se realizó en una época en de cosecha tomando todo el follaje de la planta separando por unidad experimental; tomando en cuenta que estas tuvieron un arreglo bifactorial, las muestras que se obtuvieron por unidad experimental fueron colocadas en bolsas debidamente identificadas al tratamiento (Ver figura 2-4), repetición y dosis las cuales fueron pesadas como material fresco luego estas fueron introducidas en la secadora y luego se tomaron datos de material seco. Luego de obtenidas las harinas de la Moringa fueron enviadas al laboratorio para obtener resultados con respecto a sus niveles de proteínas y si varío respecto al testigo aplicando alguno de los cuatro tratamientos de abonos orgánicos.

En un inicio se tenía planteado realizarlo en dos épocas de cosecha, pero debido a las variaciones climáticas la época lluviosa no se presentó en las fechas indicadas para corte de follaje por eso solo se tomaron en la época seca.



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 2-4 Fotografía de material experimental (Follaje de Moringa)**

#### **2.4.7.A. Variables respuesta**

- **Peso fresco y peso seco de follaje en kg/planta**

**Peso fresco:** El cual se midió en el momento del corte del follaje de las plantas cuando aún se encontraban frescas utilizando la balanza como instrumento de medición y el dimensional kg, cada tratamiento y repetición fue pesada por separado.

**Peso seco:** El cual se midió posteriormente de secadas las hojas en el horno artesanal utilizando la balanza como instrumento de medición y el dimensional kg, cada tratamiento y repetición fue pesada por separado.

- **Peso fresco y peso seco de follaje en kg/ha**

Para realizar este cálculo se procedió a realizar una conversión de los metros cuadrados utilizados para realizar el experimento por tratamiento y de esta manera se pudo expresar cual es el rendimiento en kg/ha de peso y peso seco de follaje.

#### **2.4.8. Análisis de Resultados**

Para los análisis de resultados se utilizó el modelo estadístico con un arreglo bifactorial (factor A y factor B) y con esto se encontró cuál de los tres tratamientos nos proporciona los mejores rendimientos en cuanto al follaje, niveles de proteínas, la dosis adecuada.

Además, se analizaron los datos para poder saber cuál de los tres tratamientos es económicamente más rentable en dado caso si existiera diferencia significativa en cuanto al testigo absoluto al cual no se le aplicara ningún tipo de abono orgánico.

A continuación, se presenta detalladamente el modelo utilizado en la investigación:

#### 2.4.8.A. Modelo estadístico

(3\*2\*4) se corren en orden aleatorio (completamente al azar)

El modelo estadístico para un experimento factorial, con dos factores A y B, sería:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \Omega_k + \alpha\Omega_{jk} + e_{ijk}$$

Dónde:  $Y_{ijk}$  es la  $ijk$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo bloque que contiene el  $j$ -ésimo nivel del factor A y el  $K$ -ésimo nivel del factor B;  $\mu$  es la media general;  $\beta_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo bloque;  $\alpha_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor A;  $\Omega_k$  es el efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor B;  $\alpha\Omega_{jk}$  es la interacción del  $j$ -ésimo nivel del factor A con el  $K$ -ésimo nivel del factor B;  $e_{ijk}$  es el error aleatorio NID ( $0 - \sigma^2$ ).

#### 2.4.8.B. Hipótesis

- Hipótesis para tratamientos:

$H_0 = \text{Tratamiento 1} = \text{Tratamiento 2} = \text{Tratamiento 3} = 0$

$H_a = \text{Tratamiento 1} \neq \text{Tratamiento 2} \neq \text{Tratamiento 3} \neq 0$

- Hipótesis para dosis

$H_0 = \text{Factor A} = \text{Factor B} = 0$

$H_a = \text{Factor A} \neq \text{Factor B} \neq 0$

## **2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En esta parte se detallan todos los datos obtenidos al realizar la investigación con la cual se determina si existía diferencia significativa utilizando los diferentes tipos de estiércoles como abono orgánico (Gallinaza, Cerdaza y Bovinaza) comparándolas contra testigos absolutos y respectivamente si existía diferencia significativa con las diferentes dosis (0.91-2.27 kg/planta) utilizando un modelo estadístico para dar resultados. Además, se realiza un cuadro comparativo de los costos y recursos que se necesitan para que estos sean aplicados y de esta manera poder concluir si es rentable utilizarlos siempre tomando como base los resultados obtenidos de los rendimientos.

Los estiércoles aplicados debido a que contienen un buen número de nutrientes para las plantas en las diferentes dosis fueron secados al sol antes de mezclarlos con el suelo de planta evitando de esta manera contaminar las muestras con algún tipo de plaga o patógeno indeseado, lo cual pudo haber afectado los rendimientos de la planta. No descartando que al compostarlos se hubieran obtenido mejores resultados en esta investigación.

Se utilizó un arreglo factorial porque se quiere optimizar la respuesta o variable dependiente, esto es, se quiere encontrar la combinación de niveles de los factores que producen un valor óptimo de la variable dependiente (Superficie de respuesta).

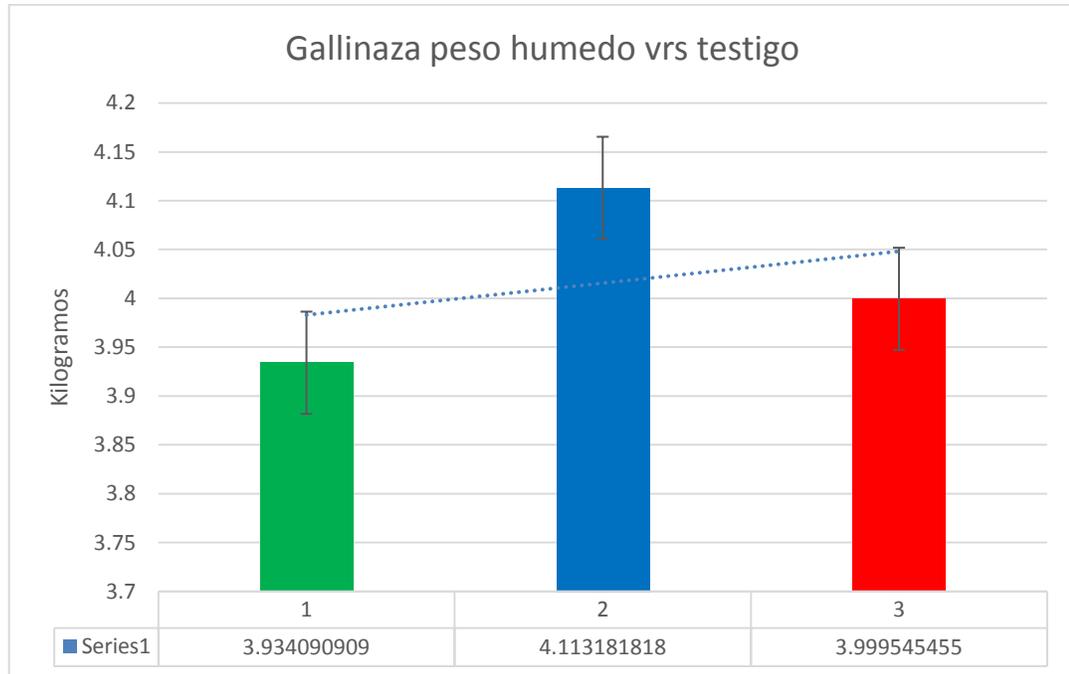
### **2.5.1. Rendimiento de follaje de Moringa**

El follaje del cultivo de Moringa es una materia prima utilizada en la actualidad debido a que estas poseen una gran cantidad de propiedades nutrimentales y medicinales por eso en esta parte se analizan por separado los resultados de las dosis de cada tratamiento comparado con un testigo en follaje húmedo y follaje seco, posteriormente se analizan todas en conjunto en follaje seco que es lo que interesa para continuar con los procesos de producción y por último se hace un análisis estadístico para determinar si existe diferencia significativa al compararla contra un testigo absoluto.

En los cuadros del 2-5 al 2-10 y en las figuras 2-5 a 2-10, se detallan los datos obtenidos en campo con los distintos tratamientos (gallinaza, bovinaza, cerdaza) con sus diferentes dosis (D1 y D2) comparados contra un testigo, estos cuadros están expresados en peso seco y peso húmedo del follaje.

**Cuadro 2-5 Comparación de gallinaza peso húmedo, dosis 1 (D1), dosis 2 (D2) y testigo**

<b>Gallinaza peso húmedo vrs testigo (kg)</b>			
<b>Repetición</b>	<b>Dosis 1</b>	<b>Dosis 2</b>	<b>Testigo</b>
1	0.164545	0.169091	0.157727
	0.155909	0.172273	0.171818
	0.16	0.173182	0.177273
	0.169091	0.165455	0.169091
	0.171364	0.161818	0.174091
	0.166818	0.170455	0.141818
	<b>0.987727</b>	<b>1.012273</b>	<b>0.991818</b>
2	0.160909	0.172727	0.15
	0.150909	0.171364	0.156818
	0.173182	0.176818	0.166818
	0.155455	0.173182	0.176818
	0.166818	0.166818	0.177727
	0.164091	0.163182	0.151818
	<b>0.971364</b>	<b>1.024091</b>	<b>0.98</b>
3	0.172273	0.166818	0.175455
	0.156364	0.173636	0.167727
	0.166364	0.176818	0.164091
	0.165909	0.170909	0.162273
	0.17	0.178636	0.187273
	0.16	0.176818	0.175909
	<b>0.990909</b>	<b>1.043636</b>	<b>1.032727</b>
4	0.154091	0.169091	0.136818
	0.162727	0.174091	0.162273
	0.163636	0.180455	0.173636
	0.172273	0.164545	0.179091
	0.167273	0.180455	0.176364
	0.164091	0.1645	0.166818
	<b>0.984091</b>	<b>1.033182</b>	<b>0.995</b>
	<b>3.934091</b>	<b>4.113182</b>	<b>3.999545</b>



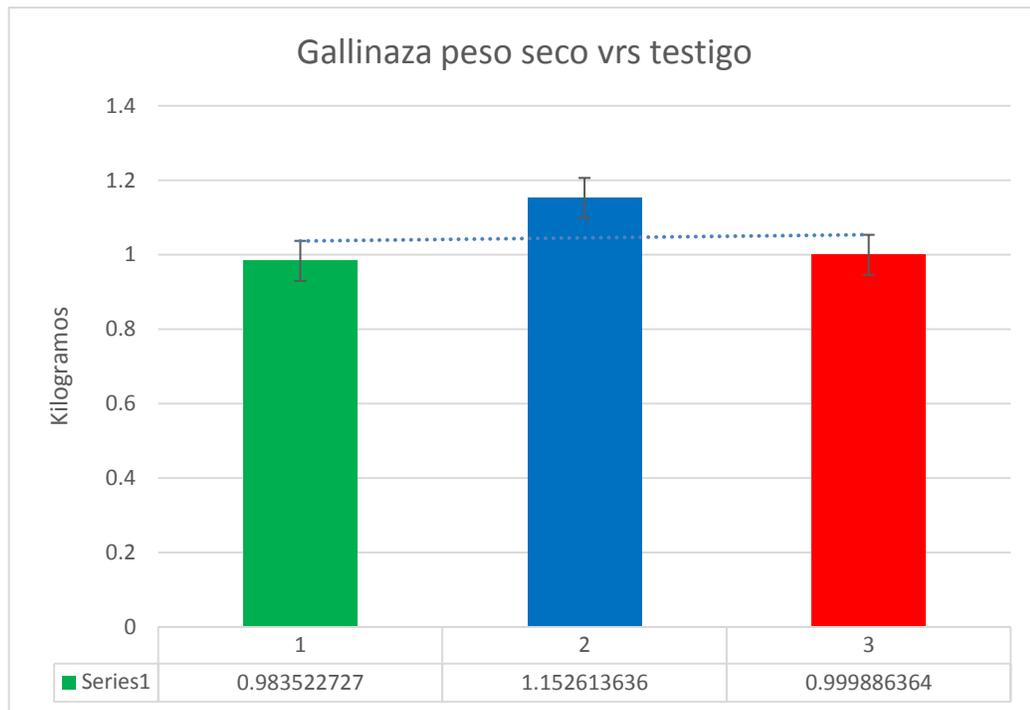
Fuente: En base a datos obtenidos en análisis de resultados, 2015

### **Figura 2-5 Rendimiento de follaje fresco de moringa en kg utilizando gallinaza**

En la gráfica anterior se muestra los pesos totales de follaje fresco de Moringa en kg (peso húmedo) con el tratamiento de gallinaza utilizando las dos diferentes dosis (0.91-2.27 kg) comparándolo con un testigo absoluto en el cual no se muestra un mayor incremento de pesos de follaje fresco utilizando cualquiera de las dosis. La diferencia de la dosis es de 0.1790 kg en peso húmedo y comparado con un testigo la diferencia es de 0.1136 kg; lo cual ya comparándolo con costos de incorporación se puede determinar que no es rentable debido a que los rendimientos no presentan un incremento significativo. En la línea punteada se muestra la línea de tendencia la cual predice cuales podrán ser los valores futuros al seguir aplicando las dosis del tratamiento antes mencionado.

Cuadro 2-6 Comparación de gallinaza peso seco dosis 1 (D1), dosis 2 (D2) y testigo

<b>Gallinaza peso seco vrs testigo (kg)</b>			
<b>Repetición</b>	<b>Dosis 1</b>	<b>Dosis 2</b>	<b>Testigo</b>
1	0.041136	0.042273	0.0394318
	0.038977	0.043068	0.0429545
	0.04	0.043295	0.0443182
	0.042273	0.041364	0.0422727
	0.042841	0.040455	0.0435227
	0.041705	0.042614	0.0354545
	<b>0.246932</b>	<b>0.253068</b>	<b>0.247955</b>
2	0.040227	0.043182	0.0375
	0.037727	0.042841	0.0392045
	0.043295	0.044205	0.0417045
	0.038864	0.043295	0.0442045
	0.041705	0.041705	0.0444318
	0.041023	0.040795	0.0379545
	<b>0.242841</b>	<b>0.256023</b>	<b>0.245</b>
3	0.043068	0.041705	0.0438636
	0.039091	0.043409	0.0419318
	0.041591	0.044205	0.0410227
	0.041477	0.042727	0.0405682
	0.0425	0.044659	0.0468182
	0.04	0.044205	0.0439773
	<b>0.247727</b>	<b>0.260909</b>	<b>0.258182</b>
4	0.038523	0.042273	0.0342045
	0.040682	0.043523	0.0405682
	0.040909	0.045114	0.0434091
	0.043068	0.364	0.0447727
	0.041818	0.045114	0.0440909
	0.041023	0.041136	0.0417045
	<b>0.246023</b>	<b>0.581156</b>	<b>0.24875</b>
	<b>0.983523</b>	<b>1.351159</b>	<b>0.9998864</b>



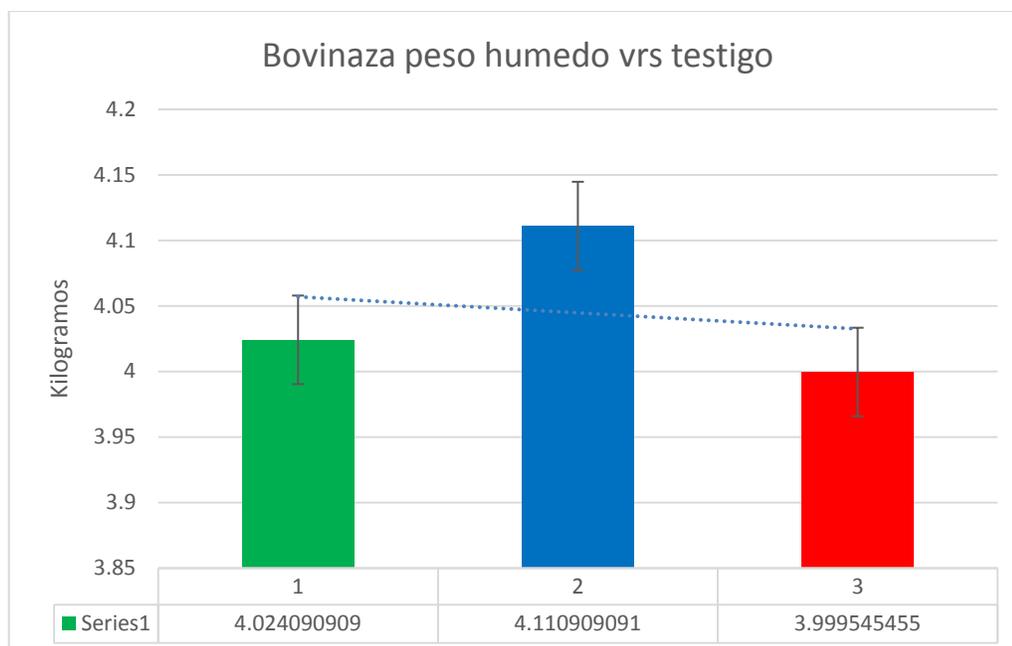
Fuente: En base a datos obtenidos en análisis de resultados, 2015

### **Figura 2-6 Rendimiento de follaje seco de moringa en kg utilizando gallinaza**

En la gráfica anterior se muestra los pesos totales de follaje seco de Moringa para ser procesada kg (peso seco) utilizando el tratamiento de gallinaza con las dos diferentes dosis comparándolo contra un testigo absoluto en el cual no se muestra un mayor incremento utilizando cualquiera de las dosis. La diferencia de la dosis es de 0.1690 kg en peso seco de follaje de Moringa y comparado con un testigo la diferencia es de 0.1527 kg de peso seco; lo cual ya comparándolo con costos de incorporación se puede determinar que no es rentable debido a que los rendimientos no presentan un incremento significativo. En la línea punteada se muestra la línea de tendencia la cual predice cuales podrán ser los valores futuros al seguir aplicando las dosis del tratamiento antes mencionado. Además comparando los datos obtenidos de peso húmedo comparado contra peso seco se puede determinar que la relación de porcentaje de humedad de la planta de Moringa oleífera Lam es 4:1 lo cual quiere decir que cuatro kg de Moringa húmeda al ser sometidas al proceso de secado artesanal se obtendrá un kg de Moringa seca para poder ser procesada.

**Cuadro 2-7 Comparación de bovinaza peso húmedo, dosis 1 (D1), dosis 2 (D2) y testigo**

<b>Bovinaza peso húmedo vrs testigo (kg)</b>			
<b>Repetición</b>	<b>Dosis 1</b>	<b>Dosis 2</b>	<b>Testigo</b>
1	0.175	0.173182	0.157727
	0.166818	0.172273	0.171818
	0.165	0.167727	0.177273
	0.167727	0.175909	0.169091
	0.186364	0.17	0.174091
	0.169091	0.181818	0.141818
	<b>1.03</b>	<b>1.040909</b>	<b>0.991818</b>
2	0.162727	0.172273	0.15
	0.170909	0.174091	0.156818
	0.168636	0.167273	0.166818
	0.174091	0.169545	0.176818
	0.165455	0.171364	0.177727
	0.164091	0.167273	0.151818
	<b>1.005909</b>	<b>1.021818</b>	<b>0.98</b>
3	0.162727	0.175909	0.175455
	0.167273	0.169091	0.167727
	0.0169091	0.173182	0.164091
	0.159545	0.174091	0.162273
	0.166818	0.164091	0.187273
	0.176818	0.165909	0.175909
	<b>1.002273</b>	<b>1.022273</b>	<b>1.032727</b>
4	0.146818	0.173636	0.136818
	0.167727	0.175	0.162273
	0.171364	0.178182	0.173636
	0.168636	0.17	0.179091
	0.161818	0.164545	0.176364
	0.169545	0.164545	0.166818
	<b>0.985909</b>	<b>1.025909</b>	<b>0.995</b>
	<b>4.024091</b>	<b>4.110909</b>	<b>3.999545</b>



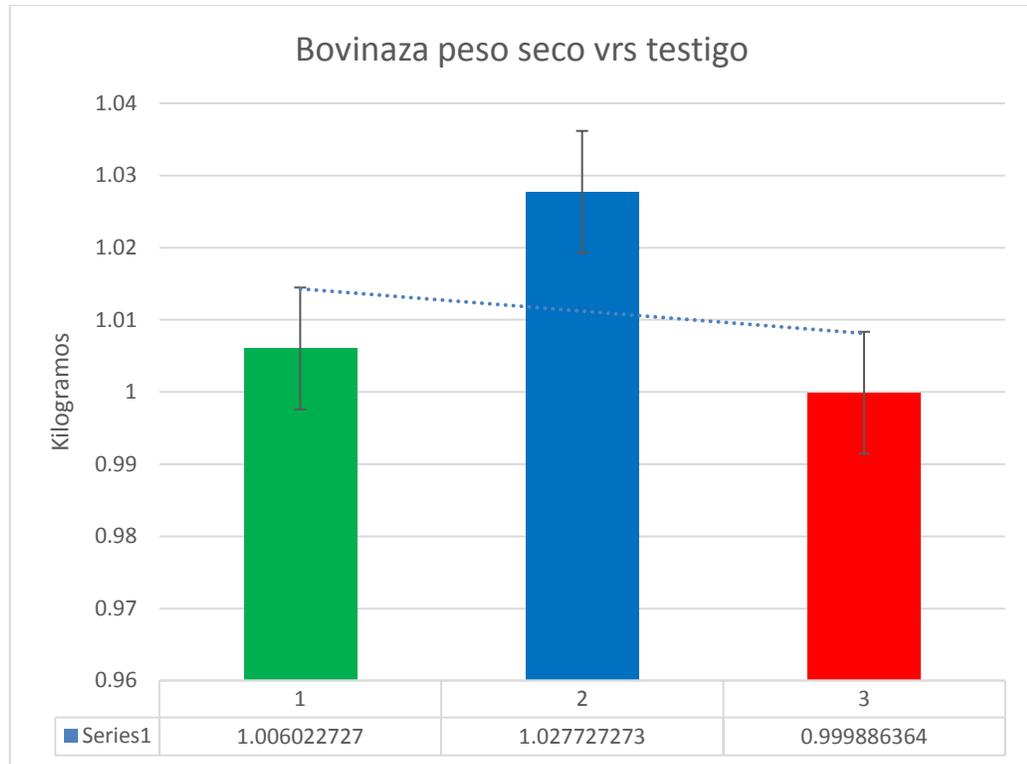
Fuente: En base a datos obtenidos en análisis de resultados, 2015

**Figura 2-7 Rendimiento de follaje fresco de moringa en kg utilizando bovinaza**

En la gráfica anterior se muestra los pesos totales de follaje fresco de Moringa en kg (peso húmedo) con el tratamiento de bovinaza utilizando las dos diferentes dosis (0.91-2.27 kg) comparándolo con un testigo absoluto en el cual no se muestra un mayor incremento de pesos de follaje fresco utilizando cualquiera de las dosis. La diferencia de la dosis es de 0.0868 kg en peso húmedo y comparado con un testigo la diferencia es de 0.1113 kg; lo cual ya comparándolo con costos de incorporación se puede determinar que no es rentable debido a que los rendimientos no presentan un incremento significativo. En la línea punteada se muestra la línea de tendencia la cual predice cuales podrán ser los valores futuros al seguir aplicando las dosis del tratamiento antes mencionado.

Cuadro 2-8 Comparación de bovinaza peso seco, dosis 1 (D1), dosis 2 (D2) y testigo

<b>Bovinaza peso seco vrs testigo (kg)</b>			
<b>Repetición</b>	<b>Dosis 1</b>	<b>Dosis 2</b>	<b>Testigo</b>
1	0.04375	0.043295	0.0394318
	0.041705	0.043068	0.0429545
	0.04125	0.041932	0.0443182
	0.041932	0.043977	0.0422727
	0.046591	0.0425	0.0435227
	0.042273	0.045455	0.0354545
	<b>0.2575</b>	<b>0.260227</b>	<b>0.247955</b>
2	0.040682	0.043068	0.0375
	0.042727	0.043523	0.0392045
	0.042159	0.041818	0.0417045
	0.046523	0.042386	0.0442045
	0.041364	0.042841	0.0444318
	0.041023	0.041818	0.0379545
	<b>0.251477</b>	<b>0.255455</b>	<b>0.245</b>
3	0.040682	0.043977	0.0438636
	0.041818	0.042273	0.0419318
	0.042273	0.043295	0.0410227
	0.039886	0.043523	0.0405682
	0.041705	0.041023	0.0468182
	0.044205	0.041477	0.0439773
	<b>0.250568</b>	<b>0.255568</b>	<b>0.258182</b>
4	0.036705	0.043409	0.0342045
	0.041932	0.04375	0.0405682
	0.042841	0.044545	0.0434091
	0.042159	0.0425	0.0447727
	0.040455	0.041136	0.0440909
	0.042386	0.041136	0.0417045
	<b>0.246477</b>	<b>0.256477</b>	<b>0.24875</b>
	<b>1.006023</b>	<b>1.027727</b>	<b>0.9998864</b>



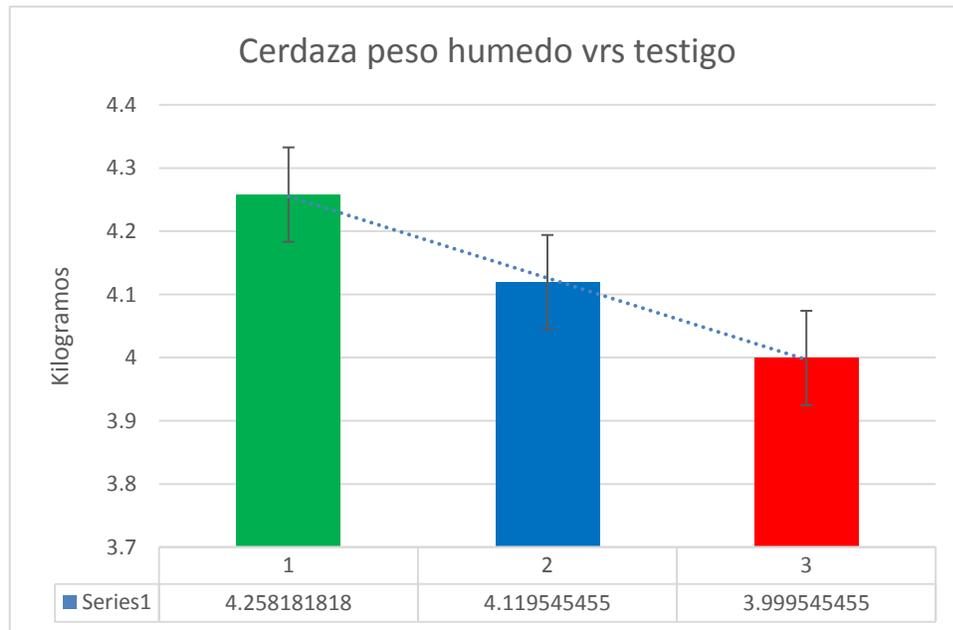
Fuente: En base a datos obtenidos en análisis de resultados, 2015

**Figura 2-8 Rendimiento de follaje seco de moringa en kg utilizando bovinaza**

En la gráfica anterior se muestra los pesos totales de follaje seco de Moringa en kg (peso seco) con el tratamiento de bovinaza utilizando las dos diferentes dosis (0.91-2.27 kg) comparándolo con un testigo absoluto en el cual no se muestra un mayor incremento de pesos de follaje seco utilizando cualquiera de las dosis. La diferencia de la dosis es de 0.02170 de kg en peso seco y comparado con un testigo la diferencia es de 0.02797 kg; lo cual ya comparándolo con costos de incorporación se puede determinar que no es rentable debido a que los rendimientos no presentan un incremento significativo. En la línea punteada se muestra la línea de tendencia la cual predice cuales podrán ser los valores futuros al seguir aplicando las dosis del tratamiento antes mencionado.

**Cuadro 2-9 Comparación de cerdaza peso húmedo, dosis 1 (D1), dosis 2 (D2) y testigo**

<b>Cerdaza peso húmedo vrs testigo (kg)</b>			
<b>Repetición</b>	<b>Dosis 1</b>	<b>Dosis 2</b>	<b>Testigo</b>
1	0.178636	0.168636	0.157727
	0.145	0.174545	0.171818
	0.177727	0.160455	0.177273
	0.183182	0.155455	0.169091
	0.169545	0.170455	0.174091
	0.175909	0.157273	0.141818
	<b>1.06</b>	<b>0.986818</b>	<b>0.991818</b>
2	0.170909	0.176818	0.15
	0.181364	0.185	0.156818
	0.175909	0.150455	0.166818
	0.177727	0.179545	0.176818
	0.180455	0.174545	0.177727
	0.174545	0.167727	0.151818
	<b>1.060909</b>	<b>1.024091</b>	<b>0.98</b>
3	0.177727	0.176818	0.175455
	0.175909	0.179091	0.167727
	0.187273	0.154091	0.164091
	0.175455	0.175	0.162273
	0.174545	0.166818	0.187273
	0.178636	0.180909	0.175909
	<b>1.069545</b>	<b>1.032727</b>	<b>1.032727</b>
4	0.17	0.175909	0.136818
	0.178182	0.179545	0.162273
	0.179545	0.176818	0.173636
	0.184091	0.180455	0.179091
	0.175455	0.187273	0.176364
	0.180455	0.175909	0.166818
	<b>1.067727</b>	<b>1.075909</b>	<b>0.995</b>
	<b>4.258182</b>	<b>4.119545</b>	<b>3.999545</b>



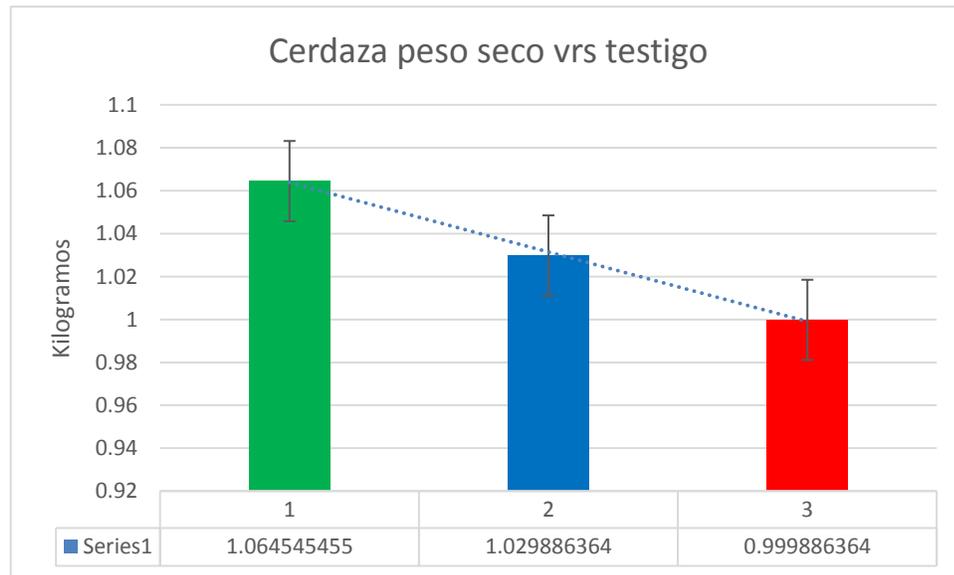
Fuente: En base a datos obtenidos en análisis de resultados, 2015.

### **Figura 2-9 Rendimiento de follaje fresco de moringa en kg utilizando cerdaza**

En la gráfica anterior se muestra los pesos totales de follaje fresco de Moringa en kg (peso húmedo) con el tratamiento de cerdaza utilizando las dos diferentes dosis (0.91-2.27 kg) comparándolo con un testigo absoluto en el cual no se muestra un mayor incremento de pesos de follaje fresco utilizando cualquiera de las dosis. La diferencia de la dosis es de 0.1386 kg en peso húmedo y comparado con un testigo la diferencia es de 0.2586 kg; lo cual ya comparándolo con costos de incorporación se puede determinar que no es rentable debido a que los rendimientos no presentan un incremento significativo. En la línea punteada se muestra la línea de tendencia la cual predice cuales podrán ser los valores futuros al seguir aplicando las dosis del tratamiento antes mencionado.

Cuadro 2-10 Comparación de cerdaza peso seco, dosis 1 (D1), dosis 2 (D2) y testigo

Cerdaza peso seco vrs testigo (kg)			
Repetición	Dosis 1	Dosis 2	Testigo
1	0.044659	0.042159	0.0394318
	0.04375	0.043636	0.0429545
	0.044432	0.040114	0.0443182
	0.045795	0.038864	0.0422727
	0.042386	0.042614	0.0435227
	0.043977	0.039318	0.0354545
	<b>0.265</b>	<b>0.24675</b>	<b>0.247955</b>
2	0.042727	0.044205	0.0375
	0.045341	0.04375	0.0392045
	0.043977	0.037614	0.0417045
	0.044432	0.044886	0.0442045
	0.045114	0.043636	0.0444318
	0.043636	0.041932	0.0379545
	<b>0.265227</b>	<b>0.256023</b>	<b>0.245</b>
3	0.044432	0.044205	0.0438636
	0.043977	0.044773	0.0419318
	0.046818	0.038523	0.0410227
	0.043864	0.04375	0.0405682
	0.043636	0.041705	0.0468182
	0.044659	0.045227	0.0439773
	<b>0.267386</b>	<b>0.258182</b>	<b>0.258182</b>
4	0.0425	0.043977	0.0342045
	0.044545	0.044886	0.0405682
	0.044886	0.044205	0.0434091
	0.046023	0.045114	0.0447727
	0.043864	0.046818	0.0440909
	0.045114	0.043977	0.0417045
	<b>0.266932</b>	<b>0.268977</b>	<b>0.24875</b>
	<b>1.064545</b>	<b>1.029886</b>	<b>0.9998864</b>



Fuente: En base a datos obtenidos en análisis de resultados, 2015

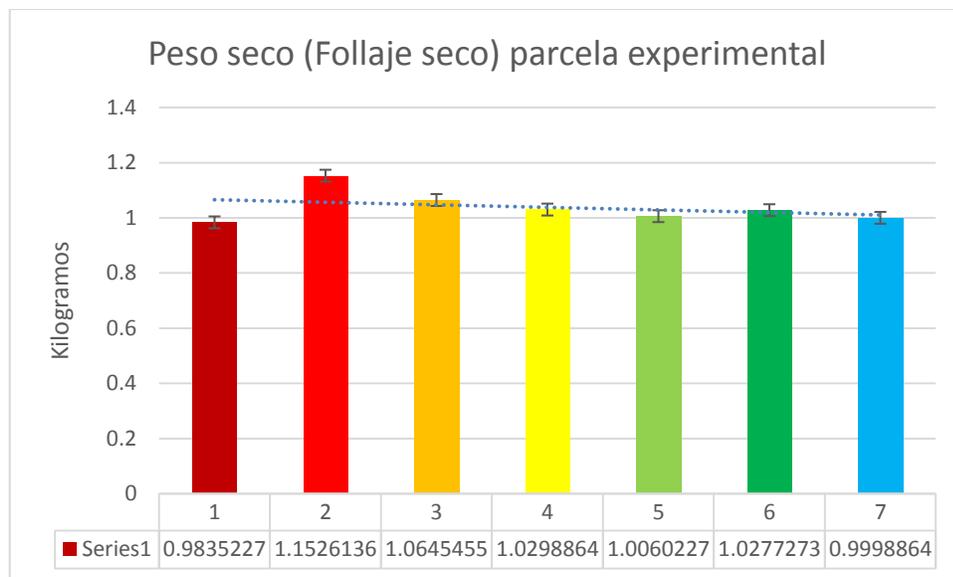
### Figura 2-10 Rendimiento de follaje seco de moringa en kg utilizando cerdaza

En la gráfica anterior se muestra los pesos totales de follaje seco de Moringa en kg (peso seco) con el tratamiento de cerdaza utilizando las dos diferentes dosis (0.91-2.27 kg) comparándolo con un testigo absoluto en el cual no se muestra un mayor incremento de pesos de follaje seco utilizando cualquiera de las dosis. La diferencia de la dosis es de 0.03465 kg en peso húmedo y comparado con un testigo la diferencia es de 0.0646 kg; lo cual ya comparándolo con costos de incorporación se puede determinar que no es rentable debido a que los rendimientos no presentan un incremento significativo. En la línea punteada se muestra la línea de tendencia la cual predice cuales podrán ser los valores futuros al seguir aplicando las dosis del tratamiento antes mencionado.

En el cuadro 2-11 y figura 2-11 se comparan los resultados de los 3 tratamientos y sus 2 dosis contra un testigo para observar cual es el que aumenta los rendimientos del follaje de moringa en peso seco.

**Cuadro 2-11 Comparación grafica de los tres tratamientos con sus dos dosis contra testigo absoluto (Peso Seco)**

Peso Seco (Follaje seco) kg						
Gallinaza		Cerdaza		Bovinaza		Testigo
D1	D2	D1	D2	D1	D2	0
0.9835227	1.1526136	1.064545	1.029886	1.0060227	1.027727	0.9998864



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 2-11 Comportamiento del peso seco en todos los tratamientos y dosis (Parcela experimental)**

En la gráfica anterior las barras están expresadas de la siguiente manera 1. Gallinaza (dosis 1), 2. Gallinaza (dosis 2), 3. Cerdaza (dosis 1), 4. Cerdaza (dosis 2), 5. Bovinaza (dosis 1), 6. Bovinaza (dosis 2) y 7. Testigo absoluto. En cada barra se muestra en el espacio (Series1) la cantidad de kg de material seco obtenidas por tratamiento en las 4 repeticiones realizadas que abarcan un total de 24 plantas de Moringa para la producción de follaje por tratamiento, además se muestra cual es la línea de tendencia entre los tratamientos y el error típico que se obtiene al momento de muestrear y recolectar la información. Además, se muestra que el tratamiento que mayor cantidad en libras de follaje seco lo presento la gallinaza con dosis de 2.27 kg y el tratamiento que menor cantidad de follaje en libras de moringa es la gallinaza con una dosis de 0.91 kg.

## 2.5.2. Diferencia en kilogramos entre tratamientos y dosis

En el cuadro 2-12 se detallan las diferencias de peso en kg de follaje seco de Moringa en la parcela experimental.

**Cuadro 2-12 Diferencia en kilogramos entre tratamientos y dosis**

		Gallinaza		Cerdaza		Bovinaza		Testigo	
		D1	D2	D1	D2	D1	D2	0	
		0.983	1.152	1.064	1.029	1.006	1.027	0.999	
Gallinaza	D1	0.983	0	-0.169	-0.081	-0.046	-0.022	-0.044	-0.016
	D2	1.152	0.169	0	0.088	0.122	0.146	0.124	0.152
Cerdaza	D1	1.064	0.081	-0.088	0	0.034	0.058	0.036	0.064
	D2	1.029	0.046	-0.122	-0.034	0	0.023	0.002	0.03
Bovinaza	D1	1.006	0.022	-0.146	-0.058	-0.023	0	-0.021	0.006
	D2	1.027	0.044	-0.124	-0.036	-0.002	0.021	0	0.027
Testigo	0	0.999	0.016	-0.152	-0.064	-0.03	-0.006	-0.027	0

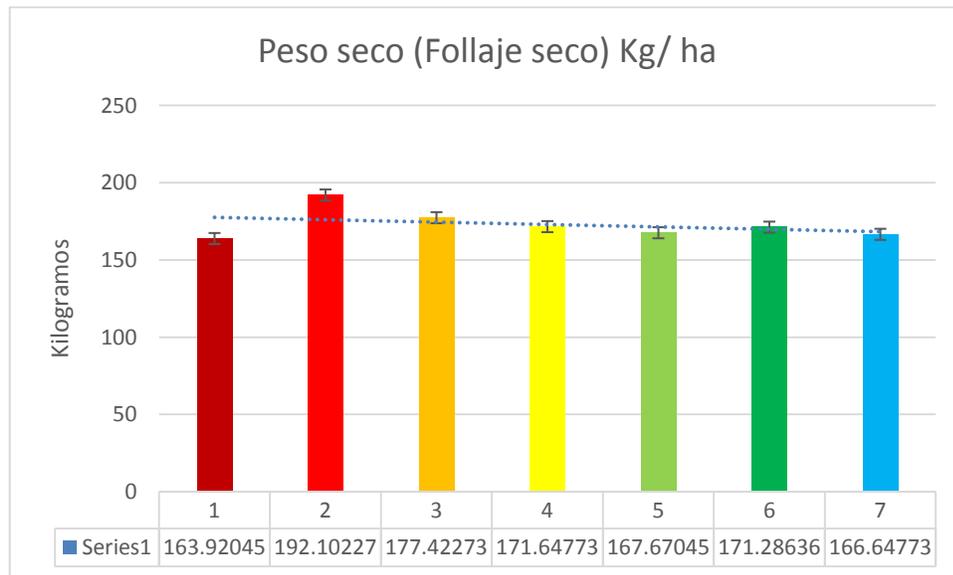
En el cuadro 2-13 se detallan los rendimientos de follaje de moringa en cada tratamiento con sus dosis diferentes en peso seco kg/ha

**Cuadro 2-13 Kilogramos de Moringa en peso seco por hectárea con los diferentes tratamientos y dosis**

Peso Seco (Follaje seco) kg/ha						
Gallinaza		Cerdaza		Bovinaza		Testigo
D1	D2	D1	D2	D1	D2	0
0.983523	1.152614	1.064545	1.029886	1.006023	1.027727	0.999886
<b>163.9205</b>	<b>192.1023</b>	<b>177.4227</b>	<b>171.6477</b>	<b>167.6705</b>	<b>171.2864</b>	<b>166.6477</b>

En el cuadro anterior se describe la cantidad de materia prima seca (follaje de Moringa) en una hectárea de terreno por cada tratamiento y cada dosis comparados contra un testigo absoluto simulando que todos los tratamientos están sometidos a las mismas

condiciones para la elaboración de este cuadro donde se presentan los resultados en kg/ha se utilizó una regla de tres simples utilizando los resultados obtenidos en la parcela de investigación. Sabiendo que cada subunidad experimental tiene 6 plantas y en una hectárea hay 4,000 plantas para follaje. Los resultados en la parte superior del cuadro son para 24 plantas (6 por subunidad experimental por 4 repeticiones) y en la parte inferior son para 4,000 plantas para producción de follaje de Moringa. Donde la mayor cantidad en libras por hectáreas se obtendrían aplicando gallinaza D2 con un rendimiento de 190.102 kg y con una media en kg entre tratamientos y dosis de 172.956, en la figura 13 se observa la gráfica del comportamiento con los tratamientos y dosis si el experimento hubiera sido evaluado en una hectárea.



**Figura 2-12 Comportamiento del peso seco en todos los tratamientos y dosis (para una hectárea)**

En el cuadro 2-14 se detallan los resultados en kg obtenidos en campo para análisis estadístico y con ellos obtener el tratamiento y dosis que producen los mejores rendimientos de follaje y proteínas de moringa.

Cuadro 2-14 Resultados en kg obtenidos en campo para análisis estadístico

Repetición	No. Planta	TRATAMIENTO															
		Gallinaza (D1)		Gallinaza (D2)		Bovinaza (D1)		Bovinaza (D2)		Cerdaza (D1)		Cerdaza (D2)		Testigo		Testigo	
		Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco	Pes. Hum.	Pes. Seco
1	1	0.164545	0.041136	0.169091	0.042273	0.175	0.04375	0.173182	0.043295	0.178636	0.044659	0.168636	0.042159	0.165909	0.041477	0.157727	0.0394318
	2	0.155909	0.038977	0.172273	0.043068	0.166818	0.041705	0.172273	0.043068	0.175	0.04375	0.174545	0.043636	0.178182	0.044545	0.171818	0.0429545
	3	0.16	0.04	0.173182	0.043295	0.165	0.04125	0.167727	0.041932	0.177727	0.044432	0.160455	0.040114	0.160909	0.040227	0.177273	0.0443182
	4	0.169091	0.042273	0.165455	0.041364	0.167727	0.041932	0.175909	0.043977	0.183182	0.045795	0.155455	0.038864	0.164091	0.041023	0.169091	0.0422727
	5	0.171364	0.042841	0.161818	0.040455	0.186364	0.046591	0.17	0.0425	0.169545	0.042386	0.170455	0.042614	0.173636	0.043409	0.174091	0.0435227
	6	0.166818	0.041705	0.170455	0.042614	0.169091	0.042273	0.181818	0.045455	0.175909	0.043977	0.157273	0.039318	0.153636	0.038409	0.141818	0.0354545
2	1	0.160909	0.040227	0.172727	0.043182	0.162727	0.040682	0.172273	0.043068	0.170909	0.042727	0.176818	0.044205	0.17	0.0425	0.15	0.0375
	2	0.150909	0.037727	0.171364	0.042841	0.170909	0.042727	0.174091	0.043523	0.181364	0.045341	0.175	0.04375	0.166818	0.041705	0.156818	0.0392045
	3	0.173182	0.043295	0.176818	0.044205	0.168636	0.042159	0.167273	0.041818	0.175909	0.043977	0.150455	0.037614	0.177727	0.044432	0.166818	0.0417045
	4	0.155455	0.038864	0.173182	0.043295	0.174091	0.043523	0.169545	0.042386	0.177727	0.044432	0.179545	0.044886	0.152727	0.038182	0.176818	0.0442045
	5	0.166818	0.041705	0.166818	0.041705	0.165455	0.041364	0.171364	0.042841	0.180455	0.045114	0.174545	0.043636	0.149545	0.037386	0.177727	0.0444318
	6	0.164091	0.041023	0.163182	0.040795	0.164091	0.041023	0.167273	0.041818	0.174545	0.043636	0.167727	0.041932	0.165909	0.041477	0.151818	0.0379545
3	1	0.172273	0.043068	0.166818	0.041705	0.162727	0.040682	0.175909	0.043977	0.177727	0.044432	0.176818	0.044205	0.155455	0.038864	0.175455	0.0438636
	2	0.156364	0.039091	0.173636	0.043409	0.167273	0.041818	0.169091	0.042273	0.175909	0.043977	0.179091	0.044773	0.153182	0.038295	0.167727	0.0419318
	3	0.166364	0.041591	0.176818	0.044205	0.169091	0.042273	0.173182	0.043295	0.187273	0.046818	0.154091	0.038523	0.160455	0.040114	0.164091	0.0410227
	4	0.165909	0.041477	0.170909	0.042727	0.159545	0.039886	0.174091	0.043523	0.175455	0.043864	0.175	0.04375	0.154091	0.038523	0.162273	0.0405682
	5	0.17	0.0425	0.178636	0.044659	0.166818	0.041705	0.164091	0.041023	0.174545	0.043636	0.166818	0.041705	0.155455	0.038864	0.187273	0.0468182
	6	0.16	0.04	0.176818	0.044205	0.176818	0.044205	0.165909	0.041477	0.178636	0.044659	0.180909	0.045227	0.161818	0.040455	0.175909	0.0439773
4	1	0.154091	0.038523	0.169091	0.042273	0.146818	0.036705	0.173636	0.043409	0.17	0.0425	0.175909	0.043977	0.167727	0.041932	0.136818	0.0342045
	2	0.162727	0.040682	0.174091	0.043523	0.167727	0.041932	0.175	0.04375	0.178182	0.044545	0.179545	0.044886	0.182273	0.045568	0.162273	0.0405682
	3	0.163636	0.040909	0.180455	0.045114	0.171364	0.042841	0.178182	0.044545	0.179545	0.044886	0.176818	0.044205	0.169545	0.042386	0.173636	0.0434091
	4	0.172273	0.043068	0.164545	0.364	0.168636	0.042159	0.17	0.0425	0.184091	0.046023	0.180455	0.045114	0.177727	0.044432	0.179091	0.0447727
	5	0.167273	0.041818	0.180455	0.045114	0.161818	0.040455	0.164545	0.041136	0.175455	0.043864	0.187273	0.046818	0.165	0.04125	0.176364	0.0440909
	6	0.164091	0.041023	0.164545	0.041136	0.169545	0.042386	0.164545	0.041136	0.180455	0.045114	0.175909	0.043977	0.174545	0.043636	0.166818	0.0417045
		3.934091	0.983523	4.113182	1.351159	4.024091	1.006023	4.110909	1.027727	4.258182	1.064545	4.119545	1.029886	3.956364	0.989091	3.999545	0.9998864

### 2.5.3. Análisis estadístico

Análisis de varianza de dos factores

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	8	1.35272727	0.16909091	4.327E-05
Fila 2	8	1.36681818	0.17085227	4.7015E-05
Fila 3	8	1.34227273	0.16778409	5.5339E-05
Fila 4	8	1.35	0.16875	6.7164E-05
Fila 5	8	1.37727273	0.17215909	4.7093E-05
Fila 6	8	1.31681818	0.16460227	0.00016809
Fila 7	8	1.33636364	0.16704545	7.5089E-05
Fila 8	8	1.34727273	0.16840909	0.00010024
Fila 9	8	1.35681818	0.16960227	7.8774E-05
Fila 10	8	1.35909091	0.16988636	0.00010488
Fila 11	8	1.35272727	0.16909091	9.2031E-05
Fila 12	8	1.31863636	0.16482955	4.0433E-05
Fila 13	8	1.36318182	0.17039773	6.4193E-05
Fila 14	8	1.34227273	0.16778409	8.1962E-05
Fila 15	8	1.35136364	0.16892045	0.00010555
Fila 16	8	1.33727273	0.16715909	6.3799E-05
Fila 17	8	1.36363636	0.17045455	9.4097E-05
Fila 18	8	1.37681818	0.17210227	6.7116E-05
Fila 19	8	1.29409091	0.16176136	0.00020038
Fila 20	8	1.38181818	0.17272727	5.8383E-05
Fila 21	8	1.39318182	0.17414773	3.3143E-05
Fila 22	8	1.39681818	0.17460227	4.5362E-05
Fila 23	8	1.37818182	0.17227273	8.0815E-05
Fila 24	8	1.36045455	0.17005682	3.8515E-05
Columna 1	24	3.93409091	0.16392045	3.839E-05
Columna 2	24	4.11318182	0.17138258	2.9042E-05
Columna 3	24	4.02409091	0.16767045	5.0958E-05
Columna 4	24	4.11090909	0.17128788	2.0565E-05
Columna 5	24	4.25818182	0.17742424	1.7978E-05
Columna 6	24	4.11954545	0.17164773	9.3223E-05
Columna 7	24	3.95636364	0.16484848	8.8136E-05
Columna 8	24	3.99954545	0.16664773	0.0001539

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.00166869	23	7.2552E-05	1.2102403	0.24313197	1.59659001
Columnas	0.00331743	7	0.00047392	7.90547725	3.135E-08	2.06687474
Error	0.00965165	161	5.9948E-05			
Total	0.01463777	191				

En el análisis estadístico con un 95% de confiabilidad (alfa 0.05) se puede observar que no existe ningún efecto sobre la aplicación de los abonos orgánicos con las dos dosis diferentes (0.91-2.27 kg) por planta comparándolos con un testigo absoluto al cual no se le aplicó ningún tipo de abono por lo tanto todos los tratamientos son iguales y se acepta la hipótesis nula, además la gallinaza con dosis de 2.27 kg por planta fue en la que se observó un incremento en el rendimiento pero el cual no es significativo lo cual se demuestra con los datos generados en el análisis de varianza.

### 2.5.4. Valores nutricionales del follaje de moringa (proteínas)

Para esto se analizaron 7 muestras en el laboratorio de bromatología de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC empleando el método oficial para proteína cruda con el objetivo de analizar si existen variaciones en el contenido de nutrientes específicamente proteínas en el follaje seco de Moringa ya que los tratamientos evaluados y las dosis no presentaron diferencia significativa que pudo deberse a la brevedad del experimento para que los estiércoles orgánicos hicieran su efecto. Un análisis bromatológico sirve para conocer la composición cuantitativa y cualitativa tanto del alimento como de las materias primas.

Se evaluaron las proteínas porque esta planta posee una gran cantidad de nutrientes, entre ellos uno de los más notables es la proteína además de ser un nutriente que el organismo necesita para su adecuado funcionamiento y de los más deficientes en la dieta de los guatemaltecos.

El porcentaje promedio de proteína cruda analizado de follaje seco de Moringa 23.79 g en 100 g de alimento. En donde la proteína cruda es el análisis químico que se realiza y está basada en el nitrógeno.

En el cuadro 2-15 se detallan los contenidos de proteína en hojas de moringa en cada tratamiento y sus diferentes dosis en 100 g de porción comestible

**Cuadro 2-15. Contenido de proteína en hojas de Moringa en cada tratamiento y dosis (100 g de porción comestible)**

No.	Tratamiento	Proteínas
1	Gallinaza Dosis 1	23.86
2	Gallinaza Dosis 2	23.79
3	Bovinaza Dosis 1	23.84
4	Bovinaza Dosis 2	23.66
5	Cerdaza Dosis 1	23.77
6	Cerdaza Dosis 2	23.81
7	Testigo	23.83

### 2.5.5. Análisis de rentabilidad

Este análisis se realizó como una medida del rendimiento que en un periodo determinado producen perdidas, ganancias o equilibrio dentro de la empresa, para esta investigación se utilizaron los datos generados si aplicando cualquiera de los tratamientos y dosis se obtenía mayor rendimiento en el momento de cosechar y secar el follaje de la Moringa y cuáles son los gastos que implica la aplicación de los abonos orgánicos para obtener resultados sobre si el excedente de rendimiento de los tratamientos y dosis comparado contra el testigo absoluto cubre los gastos en fertilización, pero los resultados en esta investigación arrojan datos importantes como lo es de que no existe una diferencia significativa, lo cual es necesario repetirlo durante 2 años por lo menos en 2 cosechas para ver si esta información varía con el transcurso del tiempo ya que sabemos que el aprovechamiento de los nutrientes que poseen los estiércoles orgánicos no es rápida, y de esa manera obtener una conclusión más certera sobre la rentabilidad en la aplicación de abonos orgánicos.

En el cuadro 2-16 se analiza la rentabilidad para la aplicación de cada tratamiento con sus diferentes dosis comparados con la unidad experimental donde no se aplicó nada.

**Cuadro 2-16. Análisis de rentabilidad para aplicación de fertilizante orgánico en parcela experimental**

No.	Insumo	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total
1	Gallinaza	76.36 Kg	Q. 40.00 qq	Q. 80.00 qq
2	Cerdaza	76.36 Kg	Q. 55.00 qq	Q. 110.00 qq
3	Bovinaza	76.36 Kg	Q. 45.00 qq	Q. 90.00 qq
4	Mano de Obra	4 Jornales	Q. 60.00 qq	Q. 240.00 qq
Total			<b>Q. 200.00</b>	<b>Q.520.00 qq</b>

## 2.6. CONCLUSIONES

1. El abono orgánico tipo estiércol que produce mejores efectos sobre el rendimiento de follaje húmedo y follaje seco en el cultivo lo produce la gallinaza produciendo aproximadamente 192.102 kg/ha de materia seca, pero a pesar de eso no es significativa con los otros tratamientos por lo que se descarta que sea el mejor tratamiento ya que todos producen un efecto similar comparado con el testigo absoluto.
2. La dosis que mejores resultados presento aplicando la gallinaza fue la de 2.27 kg/planta pero como se explicó anteriormente no produce ningún efecto sobre los otros tratamientos (Tipos de estiércol) y con las dosis aplicadas las cuales también fueron comparadas con un testigo absoluto.
3. Los análisis bromatológicos realizados a las muestras de Moringa indican que los tratamientos y dosis aplicadas en la planta no afectan el contenido de proteína cruda que contiene la planta sin que se le aplique nada (testigo) obteniendo un promedio de proteína cruda de 23.79 g en 100 g de alimento por lo tanto cualquier abono orgánico secado al sol evaluado que se aplique no alterara los valores nutrimentales de la planta debido a que el nitrógeno se puede volatilizar fácilmente.
4. Debido a que no existe efecto en los tratamientos el análisis de rentabilidad se interpreta que la empresa utilizara más recursos para producir la misma cantidad de follaje de Moringa aplicando abonos orgánicos de tipo estiércol secados al sol (Gallinaza, Bovinaza y Cerdaza) por lo tanto no es rentable para la empresa ya que si no los aplican la cantidad de follaje será similar o el mismo.

## 2.7. RECOMENDACIONES

1. Para aplicaciones posteriores y obtener resultados significativos se recomienda hacer composteras para aumentar la disponibilidad de nutrientes de las que poseen solo los estiércoles, además poder efectuar más prácticas sobre agricultura orgánica como por ejemplo aplicación de microorganismos efectivos, biofertilizantes, carbón vegetal, etc.
2. Se propone aplicar otro tipo de estiércol diferentes a los utilizados en la investigación por ejemplo de cabras, ovejas, caballos, patos, pavos entre otros y analizarlos si estos tienen algún efecto sobre las plantas del cultivo de moringa aumentando el rendimiento del follaje.
3. Otras investigaciones donde se han utilizado estiércoles como abonos orgánicos se ha determinado que estos actúan hasta aproximadamente los 2 años de su aplicación por lo que se recomienda que en el año 2017 sean evaluadas la misma parcela experimental para verificar la incorporación de estos de una manera efectiva y observar si mejoro las condiciones del cultivo en este caso aumentando el rendimiento del follaje, además de realizar un estudio de suelos para verificar si el contenido de materia orgánica en el suelo es más alta que la evaluada en esta investigación.
4. Evaluación de abonos orgánicos tipo bocashi debido a que estos poseen calcio en mayores cantidades con respecto a los abonos aplicados en esta investigación. La moringa es una planta que necesita como elemento esencial al calcio entre cada corte y poda de la planta para que se pueda desarrollar en óptimas condiciones y verificar si la aplicación de este abono orgánico mejora las condiciones y productividad de la planta.

## 2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvares, Á; Berrios, R; Fuentes, S. 2005. Evaluación de diferentes niveles de abonos orgánicos (gallinaza y estiércol bovino), comparados con los fertilizantes químicos (16-20-0 y sulfato de amonio) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad HQ-61. Tesis Ing. Agr. El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Departamento de Ciencias Agronómicas. 243 p.
2. Gómez Gómez, KP. 2013. Evaluación de rendimiento de extracción y caracterización fotoquímica de la fracción extraíble de semilla de moringa (*Moringa oleífera* Lam), a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Quim. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 137 p.
3. Kanjilal, U. 1911. Forest flora of the Siwalik and Jaunsar Forest Divisions of the United Provinces of Agra and Oudh: being a rev. and enl. ed. of the Forest flora  
-  
. Calcutta, India, Supt. Govt. Printing. 457 p.
4. Lok, S; Suarez, Y. 2014. Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleífera* y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(4):399-403.
5. Magaña Benítez, W. 2012. Aprovechamiento post cosecha de la moringa (*Moringa oleífera*). Revista Iberoamericana de Tecnología 13(2):171-174.
6. Molano Moreno, LA. 2011. Las semillas de *Moringa oleífera* Lam como alternativa de coagulante natural para purificación de agua (monografía). Santander, Argentina, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias, Escuela de Química. 43 p.
7. Osmaton, AE. 1927. A forest flora for Kumaon, Allahabad, India, Superintendent, Government Press, United Provinces. 605 p.
8. Padilla, C; Fraga, N; Scull, I; Tuero, R; Sarduy, L. 2014. Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleífera* vc. Plain. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(4):405-409.
9. Ruiz Funes, L. 2011. Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir de harina de trigo enriquecida con paraíso blanco (*Moringa oleífera*) y su respectiva evaluación nutricional. Tesis Ing. Quim. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 310 p.
10. Sinay, J. 2001. Manual de laboratorio de bromatología: análisis de alimentos para animales: adaptación del método oficial del AOAC. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 33 p.

11. Tairól, D. 1998. Lombricultura (en línea). Argentina. 127 p. Consultado 15 mar 2015. Disponible en <http://www.monografias.com/lombricultura/lombricultura.shtml>

## 2.9. ANEXOS: Fotografía de tratamientos y análisis de suelo



**Figura 2-13A. Tratamiento del estiércol de bovinos (secado al sol) antes de la aplicación en parcela de investigación**



**Figura 2-14A. Tratamiento del estiércol de cerdo (secado al sol) antes de la aplicación en parcela de investigación**

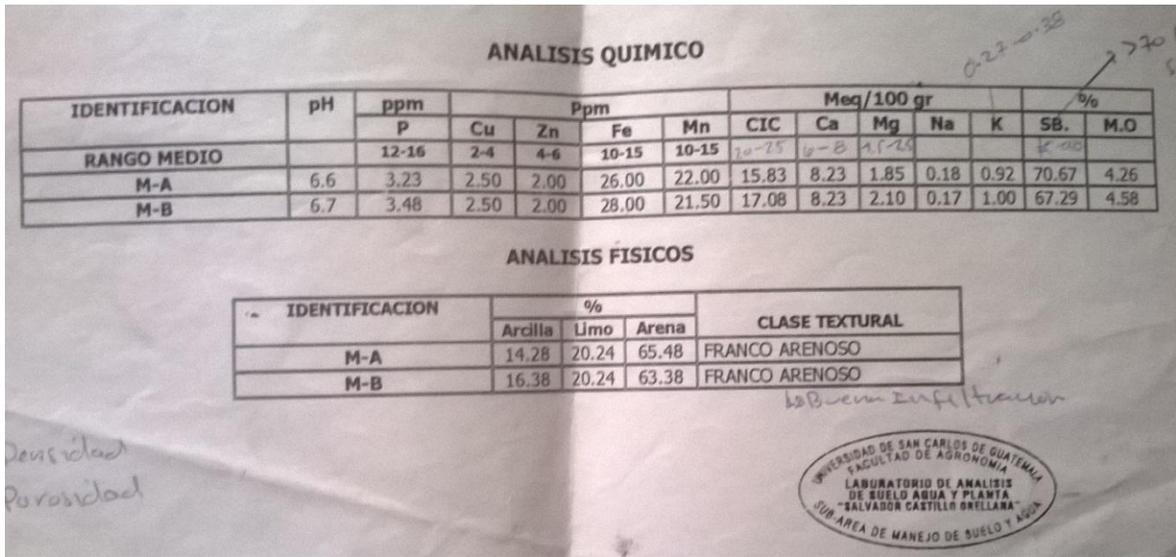


Figura 2-15 A. Análisis de suelo realizado antes de la aplicación de abonos orgánicos



**CAPÍTULO III**

**Servicios realizados en plantaciones del cultivo de Moringa (*Moringa oleífera Lam*) en la aldea El Rosario, Río Hondo, Zacapa, Guatemala C.A.**

### 3. CAPITULO III: SERVICIOS

#### 3.1. Presentación general

Los servicios que se describen en este capítulo se realizaron en base a las necesidades observadas dentro de la plantación, entrevistas realizadas a personal de campo y dueños de la empresa, se priorizaron y se les prestaron atención a las de mayor interés tratando de brindar soluciones a corto plazo y de esa manera aumentar los rendimientos en la producción a nivel de campo y en los procesos de industrialización.

Tomando en cuenta esta información se determinaron los servicios y se realizaron durante los diez meses del Ejercicio Profesional Supervisado. Estos son:

- a. Prueba de germinación utilizando semillas moringa (*Moringa oleífera Lam*) e implementación de un vivero de moringa.
- b. Capacitación sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura y propuesta de implementación para certificación de la plantación.
- c. Descripción de procesos y secuencias para industrialización del follaje de moringa (*Moringa oleífera Lam*).

Estos se prestaron con el propósito de reducir efectos negativos por falta de un buen manejo en el campo y en la industrialización de la moringa, y de esta manera aumentar los rendimientos en la producción y por lo tanto aumentar los ingresos económicos y también colaborar con las mejoras en las técnicas de producción agrícola y técnicas de manufactura.

Para la ejecución de los servicios prestados se contó con el apoyo de profesores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Supervisora de campo de programa EPSUM de la universidad de San Carlos de Guatemala, Asociación Bala Bala y dueños de la empresa ARVID quienes colaboraron con apoyo económico y participación institucional tratando de brindar los lineamientos claros y concisos para mejorar en un corto plazo referente a los servicios prestados, y dejar documentado para otros productores de este cultivo.

### **3.2. Servicio No. 1 Prueba de germinación utilizando semillas moringa (*Moringa oleífera* Lam) e implementación de un vivero de moringa.**

#### **3.2.1. Objetivos**

##### **3.2.1.A. Objetivo general**

- Determinar el porcentaje de germinación de semillas de Moringa (*Moringa oleífera Lam*) en la aldea El Rosario, Municipio de Río Hondo, Zacapa.

##### **3.2.1.B. Objetivo específico**

- Determinar el porcentaje de germinación de las semillas de moringa.
- Determinar que tratamiento produce el mayor porcentaje de germinación en semillas de moringa.
- Determinar que tratamiento disminuye el tiempo de germinación (velocidad de germinación) en semillas de moringa.
- Implementación de un vivero de moringa (*Moringa oleífera Lam*)

#### **3.2.2. Metodología**

Para determinar el porcentaje germinativo, se realizaron las pruebas con semillas tomadas al azar con aproximadamente 60 días de haber sido cosechadas, las cuales fueron sometidas a condiciones germinativas favorables.

##### **3.2.2.A. Material experimental**

*Semillas de Moringa:* son de color pardo, con tres alas de consistencia paripacea, alcanzan 1 cm de diámetro y un peso aproximado de 0.3 gramos cada una, se extraen de las vainas maduras y secas en el árbol (Espindola, 2007)



**Figura 3-1 Fotografía de semilla de moringa (*Moringa oleífera Lam*)**

Dentro del material experimental las semillas de moringa utilizadas se extrajeron el mismo día para evitar sesgos en los datos y utilizando información conocida del tiempo de almacenamiento de las semillas de moringa no debe sobrepasar 2 meses (60 días).

También es importante mencionar que el material experimental de las semillas de moringa se evaluó de dos maneras semillas con testa tratamiento uno y semillas sin testa (escarificadas) tratamiento dos, y el método de escarificación utilizado fue manual por tratarse de pocas semillas. El objetivo de la escarificación y realizar una prueba de esta manera fue debilitar la cutícula o estructura externa de las semillas de moringa para que la radícula pueda abrirse paso más fácilmente (Sanabria, Silva-Acuña, Oliveros y Barrios, 2001), este es uno de los motivos de evaluación para determinar si acelera la velocidad de germinación y aumenta el porcentaje de germinación.

### 3.2.2.B. Unidad experimental

#### 3.2.2.B.a. Bandejas

Rep. 1	X X X X	Rep. 2	X X X X
X X X X X X X		X X X X X X X	
X X X X X X X		X X X X X X X	
X X X X X X X		X X X X X X X	
Rep. 3	X X X X	Rep. 4	X X X X
X X X X X X X		X X X X X X X	
X X X X X X X		X X X X X X X	
X X X X X X X		X X X X X X X	

**Figura 3-2 Croquis de unidades experimentales**

- La unidad experimental tiene de 100 semillas de moringa.
- Cada sub-unidad experimental tiene 25 semillas de moringa.
- El modelo experimental fue el mismo para semillas con testa y semillas sin testa (escarificadas).

**Nota:** Cada (X) en el croquis de la unidad experimental representa una semilla de moringa. (*Moringa oleífera Lam*)

### 3.2.2.B.b. Bolsas de Polietileno

También se realizó la prueba de germinación a nivel de semillero para observar si existe diferencia con las pruebas realizadas en bandejas germinadoras; para estas pruebas se utilizaron bolsas plásticas (Polietileno) de 17\*6 cm, las cuales fueron llenas con tierra negra, en cada bolsa fue depositada una semilla a dos centímetros de profundidad aproximadamente, se mantenían con riego para que se mantuvieran a capacidad de campo, el riego se mantuvo constante hasta que las germinaran las semillas y tener un dato del porcentaje de germinación y velocidad de germinación y poderlos utilizar para comparar con los obtenidos en las bandejas germinadoras.



**Figura 3-3 Fotografía de prueba de germinación utilizando semillas de moringa en bolsas de polietileno**

### 3.2.2.C. Variables respuestas

- Número de semillas germinadas por tratamiento y repetición. (Porcentaje de germinación)
- Tiempo en días. (Velocidad de germinación)

### 3.2.2.D. Condiciones del experimento

El experimento se realizó bajo las condiciones ambientales presentes en la localización, no se varió ninguna excepto en las pruebas de bandeja que se realizaron bajo condiciones similares a un laboratorio de análisis de semillas, manteniendo un riego cada 24 horas.

### 3.2.2.E. Toma de datos

Los datos se empezaron anotar después del tercer día de sembradas las semillas, se empezaron a observar los cambios que presentaban las semillas día tras días, fueron fotografiadas para dejar constancia, este ejercicio se repitió durante todo el tiempo que duro el ensayo hasta que las semillas germinaron y tenían una altura aproximada de 3-4 centímetros.

En el proceso de la germinación podemos distinguir que existen tres fases estas son: Fase de hidratación, Fase de germinación y Fase de crecimiento se tomaron observaciones para poder graficarlas posteriormente. Donde:

- Fase de hidratación: la absorción del agua es el primer paso de la germinación, durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman parte de la semilla. (Azcon y Talon 1993)
- Fase de germinación: Representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el verdadero desarrollo de la plántula. En esta fase se reduce la absorción de agua considerablemente, llegando incluso a detenerse. (Azcon y Talon 1993)
- Fase de crecimiento: Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula. En esta fase la absorción del agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria. (Azcon y Talon 1993)

Se realizó un conteo de número de semillas que germinaron en cada ensayo y en base a estos datos se determinó el porcentaje de germinación.

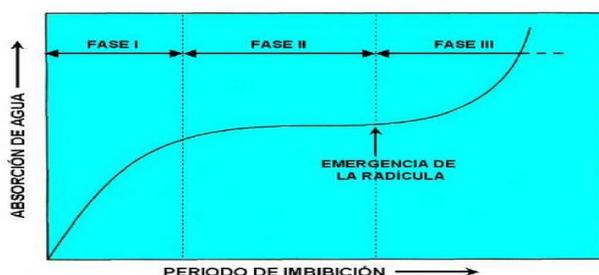


Figura 3-4 Grafica de fases o procesos de la germinación

### 3.2.3. Resultados

Los resultados de un ensayo de germinación pueden expresarse en diferentes maneras, incluyéndose el porcentaje de germinación, energía germinativa y capacidad germinativa.

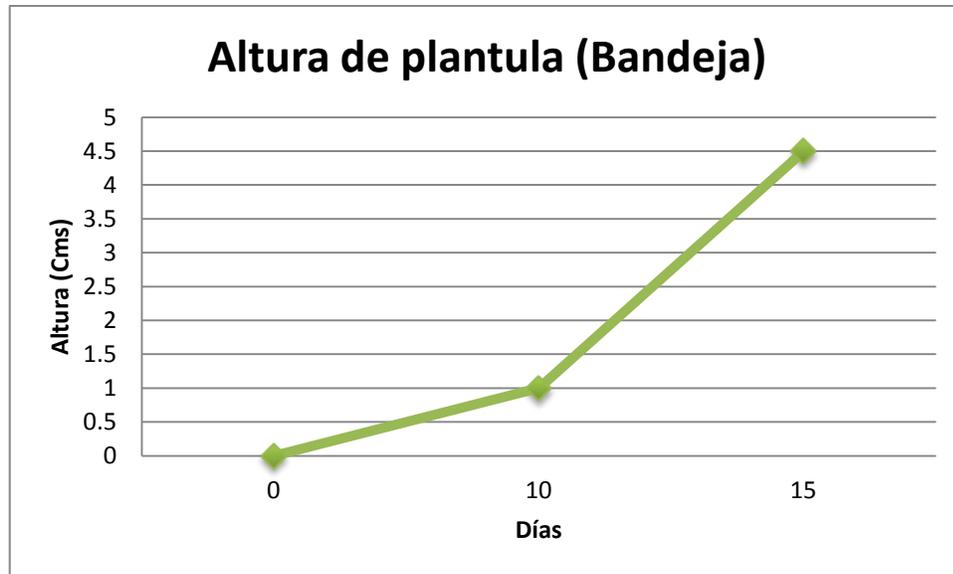
#### 3.2.3.A. Fases en el proceso de germinación

En el cuadro 3-1 y figura 3-5 se puede observar la cantidad en días que pasa la semilla por cada fase en el proceso de germinación esto nos brinda información para tenerlo presente en el momento de planificar para producir plántulas en semillero para ser trasplantadas posteriormente el campo definitivo. Estos resultados fueron obtenidos en la prueba de germinación realizada en bandejas germinativas, utilizando semillas con testa.

**Cuadro 3-1 Fases en el proceso de germinación**

Fase	Fecha	Cantidad en días
<b>Hidratación</b>	28/06/2015 al 07/07/2015	10 días
<b>Germinación</b>	07/07/2015 al 08/07/2015	1 día
<b>Crecimiento</b>	08/07/2015 al 12/07/2015	4 días

Nota: Para la fase de crecimiento solo se tomaron datos hasta cuatro días después de la germinación, si se desean tener datos más detallados se recomienda hacer una investigación más a fondo sobre la fase de crecimiento de las semillas de moringa.



**Figura 3-5 Comportamiento de la altura de plántulas producidas en bandejas**

### 3.2.3.A.a. Porcentaje de germinación (Bandeja Semillas con Testa)

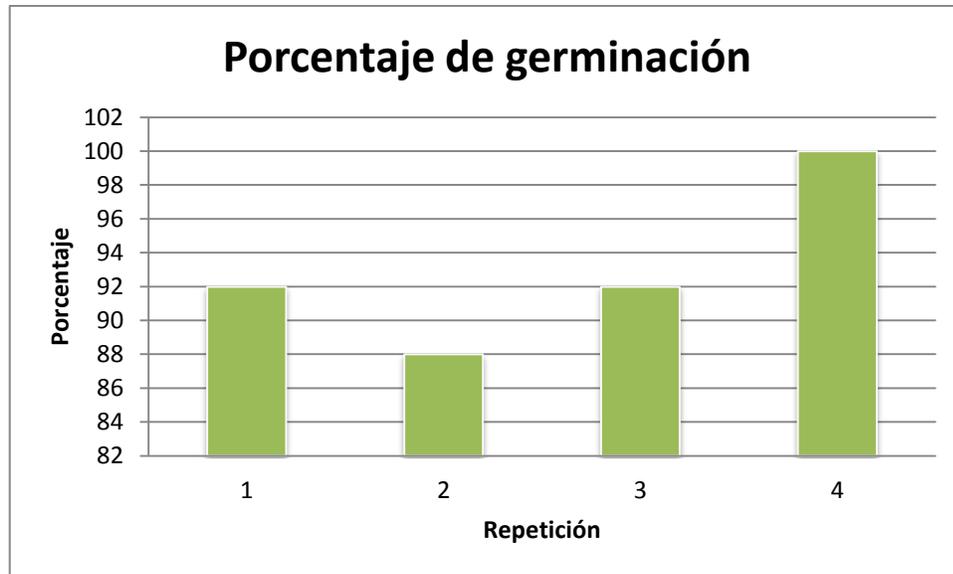
El porcentaje de germinación de las semillas de moringa con testa se calculó con la siguiente fórmula:

---

Los datos obtenidos en la prueba de germinación con testa en bandeja son los siguientes:

**Cuadro 3-2 Resultados prueba de germinación semillas con testa a los 15 días**

Repetición	Número semillas	Semillas germinadas	Semillas no germinadas	Porcentaje de germinación
1	25	23	2	92%
2	25	22	3	88%
3	25	23	2	92%
4	25	25	0	100%



**Figura 3-6 Porcentaje de germinación semillas con testa**

### 3.2.3.A.b. Porcentaje de germinación (Bandeja Semillas sin Testa)

El porcentaje de germinación de las semillas de moringa sin testa (escarificación) se calculó con la siguiente fórmula:

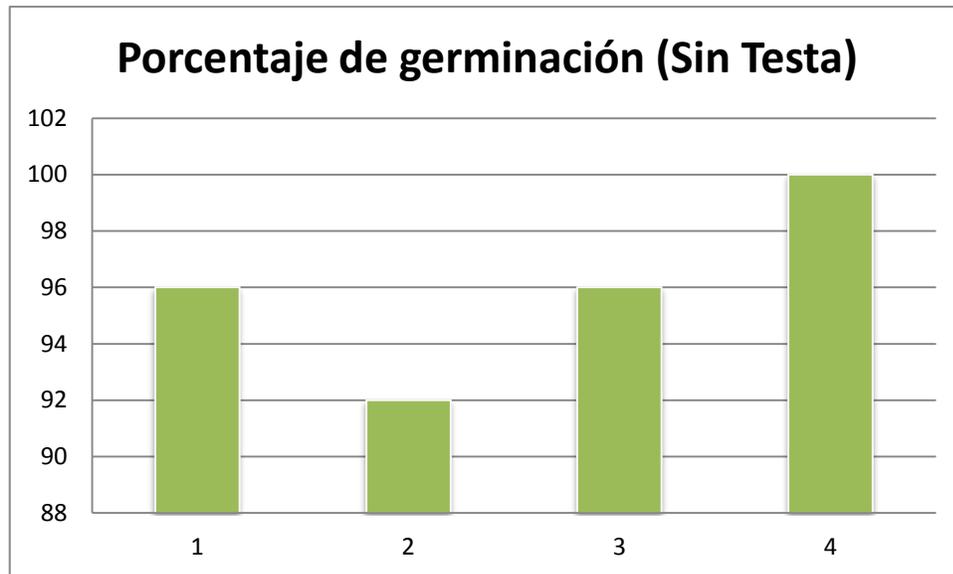
---

Los datos obtenidos en la prueba de germinación sin testa en bandeja son los siguientes:

**Cuadro 3-3. Prueba de germinación semillas sin testa a los 15 días**

Repetición	Número semillas	Semillas germinadas	Semillas no germinadas	Porcentaje de germinación
1	25	24	1	96 %
2	25	23	2	92 %
3	25	24	1	96 %
4	25	25	0	100 %

En la figura 3-7 se presenta una gráfica de barras donde se muestran los porcentajes de germinación utilizando semillas de moringa sin testa en cada una de las repeticiones realizadas en el experimento.



**Figura 3-7 Porcentaje de germinación semillas sin testa**

### 3.2.3.A.c. Prueba de Fotoblastismo

Objetivos:

Determinar el porcentaje de germinación utilizando la prueba de fotoblastismo (Luz y oscuridad).

Metodología:

Se seleccionaron 3 lotes de 25 semillas de Moringa (*Moringa oleífera Lam*), se identificaron de la siguiente manera:

- L1 Luz (A-1)
- L2 Oscuridad-Luz-Oscuridad (A-2)
- L3 Oscuridad (A-3)

Se colocaron cada grupo en bandejas con papel mayordomo previamente humedecido y fueron rotulados respectivamente.

Las L2 y L3 fueron envueltas con un material opaco, de tal manera que permanecieron en oscuridad total. La L1 permaneció constantemente con iluminación.

Después de 5 días de la siembra las L2 se destaparon durante 10 minutos a la luz directa del sol, posteriormente se regresaron a la oscuridad.

Tres días después de este pasó, se estimó el porcentaje de germinación de los respectivos lotes.

Resultados:

#### **Cuadro 3-4 Prueba de fotoblastismo utilizando semillas de moringa**

<b>Tratamiento</b>	<b>Número de semillas germinadas</b>
<b>L1. Luz constante (A-1)</b>	23
<b>L2. Oscuridad-Luz-Oscuridad (A-2)</b>	22
<b>L3. Oscuridad Constante (A-3)</b>	14

#### **3.2.3.B. Implementación de vivero de Moringa**

Objetivo:

Creación de un vivero de moringa utilizando los factores y condiciones específicas para el manejo del cultivo.

Metodología

Dentro de este servicio utilizando los resultados obtenidos en las pruebas de germinación, se implementó un vivero de moringa utilizando los criterios para la siembra, manejo de vivero y factores que afectan el crecimiento de la planta en el vivero más recomendados y adaptados al cultivo de moringa para brindarle las mejores condiciones de desarrollo a las plántulas. Estas condiciones se detallan a continuación:

##### **3.2.3.B.a. Condiciones para siembra (Vivero de Moringa)**

- Sustrato 60% de arena y 40% de tierra negra tratando de brindarle a la planta un suelo con óptimas condiciones de clase textural franco arenosa.

- La siembra se realizó en bolsas de polietileno.
- La desinfección de las bolsas se hizo por el método de riego con agua a 100 grados centígrados utilizando regadera de mano.
- Después de 2 días de realizada la desinfección se procedió a realizar la siembra.
- La profundidad a la que se colocaron las semillas fue de 1 a 2 centímetros aproximadamente.
- Ya que la instalación del vivero se encontraba a campo abierto se procedió a colocar una cubierta de paja encima de las bolsas de polietileno para evitar la pérdida de humedad de una manera acelerada.
- El riego durante los primeros 15 días se realizó de una manera constante aplicando un intervalo de riego de un día.

### **3.2.3.B.b. Manejo del vivero de moringa**

- El riego debe ser constante en cantidades adecuadas.
- Dentro de las bolsas el desmalezado se realiza de una manera manual.
- Afuera de las bolsas el desmalezado se realiza de una manera mecánica utilizando machetes, azadones o una chapeadora.
- Las bolsas se deben de reacomodar si en dado caso estuvieran desalineados por factores como el viento o la lluvia que las podrían mover de donde se colocaron originalmente.
- Después de que las semillas han germinado se debe de retirar el cobertor de paja a la semana de que esto ha ocurrido para evitar el alargamiento de la plántula (Fototropismo).

### **3.2.3.B.c. Factores que afectan el crecimiento en la planta en el vivero de moringa**

- Es susceptible a vientos fuertes.
- Es susceptible a exceso de humedad lo que provoca que las hojas más viejas de la planta se tornen con una coloración amarillenta.
- La plaga del zompopo afecta las hojas tiernas por lo tanto deben localizarse las troneras para su remoción.

### 3.2.4. Conclusiones

- El porcentaje de germinación utilizando semillas de moringa con testa y semillas de moringa escarificadas demuestra que es más efectivo utilizar métodos de escarificación debido a que se obtienen mejores resultados comparado con las semillas que no fueron escarificadas.
- El promedio del porcentaje de germinación de semillas utilizando los métodos para escarificar es del 96% y el promedio de germinación de semillas con testa es de 93%.
- La velocidad de germinación de las semillas de moringa es de 10 días desde que se coloca las semillas hasta que esta germina.

### 3.2.5. Recomendaciones

- Se recomienda darles seguimiento a las pruebas de germinación buscando otras alternativas como por ejemplo el tipo de sustrato a utilizar, las técnicas de escarificación de semillas, tiempo de riego necesario, etc., y luego analizar la información para la obtención de datos más ciertos sobre el tiempo de germinación, porcentaje de germinación en las semillas de *Moringa oleífera* Lam.
- Seguir brindando capacitaciones a los agricultores de la región que son productores de Moringa para que estos continuando mejorando sus conocimientos para el manejo y mejoramientos del producto en el campo y a través de esto mejor sus ingresos aumentando sus producciones.

### **3.3. Servicio No. 2 Capacitación sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura y propuesta de implementación para certificación de la plantación.**

#### **3.3.1. Actividades**

La certificación de fincas debe cumplir con un sin fin de requisitos y normas las cuales se deben cumplir al pie de la letra lo cual generara mejores ingresos económicos a los productores del cultivo de moringa además de brindar beneficios a en los rendimientos del cultivo y beneficios a los trabajadores dentro de los campos de plantación como beneficios a las personas encargadas de procesar y empaclar el producto también como ofrecer un producto de calidad y certificado al consumidor final (clientes).

El cumplir con los criterios de certificación de fincas no es un reto sencillo pero al empezarlo a llevar a cabo se va adquiriendo confianza, conocimientos y ayuda a planificar de una mejor manera las actividades cotidianas que se realizan dentro de las fincas de moringa. Además a utilizar estas normas y criterios contribuyen a mantener el equilibrio ambiental y económico.

Algo que se debe de mencionar es que para que la finca pueda ser certificada debe de haber cumplido por lo menos con un 80% de los criterios y tener planificado los tiempos para cumplir el otro 20% de los criterios y normas de certificación. También se debe de firmar un contrato de certificación y cumplir con las auditorias de campo para que la finca pueda ser certificada y obtener su primera certificación por tres años.

En este servicio agronómico se pretende dejar las normas y criterios que se requieren para la certificación y empezarlas a ejecutar en el transcurso del tiempo del ejercicio profesional supervisado y continuar con el proyecto después de este finalizado, para que en el momento de tener ya reunido un 80% de los criterios se pueda generar el formulario de solicitud para certificación de finca individual, y cumplir con los requisitos para el trabajo de campo en la auditoria y posteriormente de certificada mantener en constante actualización para no perder la certificación cumpliendo con las normas.

Es necesario aclarar también que la certificación de la finca puede ser cancelada por el incumplimiento de las normas y criterios establecidos. Entre los beneficios que se obtendrían en el momento de certificar la finca se pueden mencionar algunos los cuales pueden variar dependiendo de la casa contratada para la certificación de la finca. 1. Reconocimiento del producto en el mercado por haber cumplido con las normas de certificación, 2. Uso del sello de certificación para promover y comercializar los productos de la finca certificada, 3. Comunicación sobre cambios en los normas y criterios de certificación, 4. Talleres de capacitación para personal de campo como dueños de la finca

certificada, 5. Registro de certificación en el mercado en línea para promover los productos de la finca, 6. Apelar decisiones de certificación.

### **3.3.2. Objetivos**

#### **3.3.2.A. Objetivo general**

Capacitar al personal de campo y a los empresarios socios de ARVID sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura y propuesta de implementación para certificación de la plantación.

#### **3.3.2.B. Objetivo específico**

- Capacitar al personal de campo sobre buenas prácticas agrícolas.
- Capacitar al personal de industrialización de la moringa sobre buenas prácticas de manufactura.
- Elaborar una propuesta de implementación a utilizar para certificación de plantación de moringa.

### **3.3.3. Metodología**

La metodología estuvo dividida en varias fases. Entre estas fases hay una que es la inicial donde se recopiló información a través de entrevistas con personal de campo y dueños de la empresa, caminatas dentro de la plantación, observación; para conocer un poco sobre los antecedentes de la empresa, definir objetivos a corto y largo plazo además de conocer cuáles son los problemas que afrontan.

Luego de obtener esta información denominada primaria se inició con la segunda fase donde se involucraron fuentes secundarias (Revisión bibliográfica) para complementar con la primaria y poder desarrollar una planificación para implementar capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura y con esta manera, mejorar las metodologías que se implementan en la actualidad y mejorar también los procesos productivos así como los de manufactura.

Estas dos fases nos prepararon para iniciar la tercera fase proporcionándonos más insumos básicos para elaborar una propuesta de estrategia para la certificación orgánica de la plantación y de esta manera conocer su factibilidad de aplicación.

### **3.3.4. Resultados**

Como resultados de las capacitaciones son la aplicación de nuevas metodologías y tecnologías utilizando buenas prácticas de manufactura y buenas prácticas agrícolas, y estas beneficiaran a la empresa encaminándola por un proceso de certificación orgánica para la finca.

Uno de los objetivos fundamentales que tiene propuestos la empresa ARVID es la certificación orgánica de la empresa, lo que les dará una garantía y un valor agregado a los productos elaborados a base de moringa, este tipo de certificación reconocerá que el cultivo se manejó utilizando las normas de una producción orgánica, lo cual brindara al consumidor una confianza debido a que los productos llevaran un sello que indica que el producto está certificado.

### **3.3.5. Evaluación**

Para evaluar este servicio se utilizó información brindada por empresas encargadas de los procesos de certificación los cuales se detallan a continuación y proceder a revisar con los dueños de la empresa para determinar las ventajas y desventajas de la certificación de la plantación.

#### **3.3.5.A. ¿Qué es una certificación?**

Es un procedimiento voluntario mediante el cual un tercero otorga garantía escrita de que un producto, proceso o servicio esta de conformidad con los requisitos especificados. (IIRB, 200)

Este servicio genera una metodología de los pasos que se deben seguir para obtener la certificación orgánica de la plantación de moringa, además de brindarles algunos datos importantes sobre la certificación orgánica.

#### **3.3.5.B. Ventajas de la certificación orgánica**

- Los procesos de certificación dan un soporte a la comercialización ya que está inmersa en circuitos de biodiversidad y los mercados.
- Se poseen planes de manejo y costos operacionales controlados lo que permite un sistema de calidad.
- Con las metodologías propuestas por las casas certificadoras se evita contaminar los ecosistemas, debido a que no se utilizan sintéticos para aplicación en los cultivos.

- Se genera un clima de responsabilidad ambiental dentro de la empresa, mejorando las condiciones de vida de los trabajadores.
- Existen capacitaciones constantes para el personal de la empresa.
- Al ser certificados se obtienen mejores precios en los productos generando una mayor oportunidad de sostenibilidad financiera.

#### **3.3.5.C. Desventajas de la certificación orgánica:**

- Los costos que se deben realizar para aplicar a un proceso de certificación deben ser cubiertos por la empresa solicitante para poder obtener la certificación, lo que puede convertirse en un obstáculo para una empresa con recursos económicos.
- La certificación puede ser cancelada si no se cumplen con los requisitos y procedimientos que proponga la casa certificadora.

#### **3.3.5.D. Obtención del Certificado:**

Para la empresa ARVID se solicitará una **certificación individual** donde la empresa será la responsable del cumplimiento de las normas orgánicas de sus fincas o unidades de procesamiento de o comercialización.

Para que el producto sea certificado orgánico se realizan una serie de pasos los cuales consisten con la verificación, evaluación y dictamen del proceso de producción agrícola; además se deben de cumplir con los métodos, técnicas y prácticas para que sea brindada la certificación. La metodología para la certificación del proceso de inspección y certificación se muestra a continuación:

- Solicitud a la certificadora
- Evaluación de la aplicación (Certificadora)
- Cotización y aceptación del servicio (Certificadora)
- Procedimiento de inspección
  - Frecuencia de inspección
  - Inspecciones no programadas
  - Proceso de inspección
- Proceso de evaluación y certificación
  - Evaluación del informe de inspección
  - Seguimiento a las conformidades
  - Certificación
  - Entrega de resultados y certificación

### **3.4. Servicio No. 3 Descripción de procesos y secuencias para industrialización del follaje de moringa (*Moringa oleífera Lam*)**

#### **3.4.1. Objetivos**

##### **3.4.1.A. Objetivo general**

Describir los procesos y secuencias para la industrialización del follaje de moringa (*Moringa oleífera Lam*).

##### **3.4.1.B. Objetivo específico**

- Elaboración de una cadena de procesos adecuados para la transformación del follaje de moringa reduciendo la cantidad de contaminación por coliformes.
- Elaboración de una secuenciación de los procesos para hacer más productiva la cadena.

#### **3.4.2. Metodología**

La metodología utilizada para la realización de este servicio consistió en la observación de los procesos de industrialización de la moringa para la elaboración de harinas donde se determinaron los pasos utilizados actualmente y se elaboró la cadena de procesos donde se pudo observar que no están definidos en su totalidad y tampoco los tiempos adecuados para cada proceso. Además, se tuvieron charlas con las personas encargadas de los procesos donde expresaron los problemas que afrontan para la elaboración de la harina a base de moringa.

Posteriormente se realizaron consultas en literatura donde se determinaron los procesos que son utilizados por otras industrias para la elaboración de harinas desde la cosecha de la materia prima hasta el empaque de las mismas.

Con la información de las fuentes primarias y fuentes secundarias se procedió a la elaboración de un ciclo de procesos adecuados para el procesamiento de la moringa dejando una propuesta de secuencias de forma ordenada y manteniendo normas de asepsia y buenas prácticas de manufactura para obtener productos de calidad y competitivos para el mercado nacional e internacional evitando que estos se contaminen en los procesos de industrialización.

### 3.4.3. Resultados

Los resultados que se encuentran en este apartado fueron determinados en base a la observación y a entrevistas realizadas a los dueños de la empresa ARVID donde ellos manifestaron que existía la necesidad de generar una cadena de procesos detallados para obtener productos de mejor calidad.

La propuesta de procesos que se realizó se elaboró a través de investigaciones en plantas procesadoras de harinas e implementando algunos procesos diferenciados para que los productos industrializados del follaje de moringa sean de mejor calidad y puedan obtener una mayor aceptación y competencia en el mercado nacional como internacional.

#### 3.4.3.A. Proceso Actual para la industrialización del follaje de moringa



Figura 3-8 Proceso actual para industrialización del follaje de moringa.

### 3.4.3.B. Proceso propuesto para la industrialización del follaje de moringa



Figura 3-9 Proceso propuesto para la industrialización del follaje de moringa

### 3.4.4. Metas

- Mejorar el proceso de industrialización en la planta procesadora de las materias primas de lo moringa.
- Reducir la cantidad de coliformes que puedan estar presentes desde la cosecha de las hojas y vainas.
- Aumentar los rendimientos al disminuir la cantidad de harinas rechazadas por contaminación.
- Mejorar los ingresos económicos de los propietarios de la plantación y de los trabajadores de campo y planta procesadora, teniendo incentivos para desempeñar de una manera más adecuadas sus labores dentro de ARVID.

### 3.5. Conclusiones Generales

- El porcentaje de germinación utilizando semillas de moringa con testa y semillas de moringa escarificadas demuestra que es más efectivo utilizar métodos de escarificación debido a que se obtienen mejores resultados comparado con las semillas que no fueron escarificadas.
- El promedio del porcentaje de germinación de semillas utilizando los métodos para escarificar es del 96% y el promedio de germinación de semillas con testa es de 93%.
- La velocidad de germinación de las semillas de moringa es de 10 días desde que se coloca las semillas hasta que esta germina.
- Para la implementación de un vivero de Moringa oleífera se deben de considerar varios aspectos para que este sea de calidad y las plántulas se encuentren en las mejores condiciones para cuando estas sean trasladadas al campo definitivo y de esta manera evitar pérdidas por un mal manejo.
- Las capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura es el inicio del proceso de certificación debido a que se brinda información sobre metodologías y tecnologías que se deben de aplicar desde que una plantación es sometida a un proceso de certificación.
- Para la certificación de la plantación de cultivo de moringa se deben cumplir con una serie de requisitos y pasos que mejoren las condiciones del cultivo, así como la calidad de vida de los trabajadores de la empresa.
- La certificación orgánica brinda mejores condiciones y posicionamiento en el mercado del producto certificado ya que garantiza que es un producto de calidad debido a que no se utilizaron productos sintéticos para su manejo en el campo.

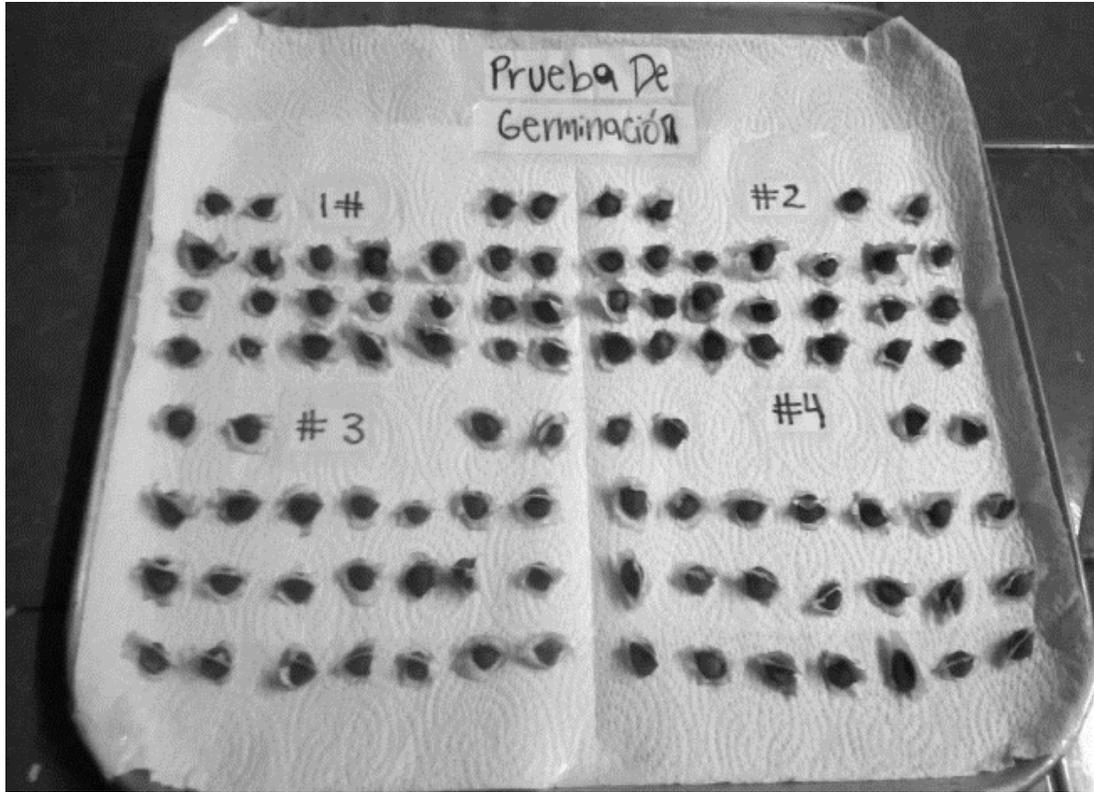
### **3.6. Recomendaciones Generales**

- Darle continuidad y seguimiento a lo planteado sobre las metodologías y pasos para poder certificar orgánicamente la plantación de Moringa lo cual ayudara a producir productos para segmentos de mercado específicos donde buscan ser amigables con el ambiente.
- Utilizacion de los procesos de producción propuestos para reducir la contaminación de las harinas ya sea en la cosecha o en la industrialización de la materia prima en la planta.

### 3.7. Bibliografía

1. Alfaro, Norma C. 2008. Rendimiento y uso potencial de paraíso blanco, Moringa oleifera Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en las comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala. Proyecto Fodecyt No. 26-2006. 31 pp.
2. Amador, M; Cussianovich, P; Yaraví, T. 2002. Aproximación de la oferta centroamericana de productos orgánicos y situación de sus mercados. San José, Costa Rica, IICA. 36 p.
3. Azcón-Bieto, J; Talón, M. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. México, Interamericana / McGraw-Hill. Consultado 2 set. 2015. Disponible en [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema\\_17.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_17.htm)
4. Espindola, E. 2007. Adaptación de la moringa en la zona de Galan, Santander. Tesis Ing. Agr. Santander, España, UNIPAZ. 115 p.
5. IIRB (Instituto de Investigación de Recursos Hídricos y Biológicos Alexander Bon Humboldt, CO). 2000. Biocomercio sostenible: certificación. Bogotá, Colombia. Consultado 25 oct 2015. Disponible en [http://www.humboldt.org.co/biocomercio/certificacion/cer\\_cecook.htm](http://www.humboldt.org.co/biocomercio/certificacion/cer_cecook.htm)
6. Le Guillou, G. 2000. La agricultura ecológica: guía sobre la normativa comunitaria. Bélgica, Comisión Europea, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. 28 p.
7. Salisbury, FB; Ross, C. 1969. Plant physiology. Belmont, California, USA; Wadsworth Publishing Company. 747 p.
8. Sanabria, D; Silva-Acuña, R; Oliveros, M; Barrios, R. 2001. Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de *Centrosema rotundifolium*. Bioagro 13(3):117-124.
9. Sivori, EM; Montaldi, E; Caso, O 1986. Fisiología vegetal. Argentina, Editorial Hemisferio Sur. p. 420-425.

3.8. Anexos: Fotografías

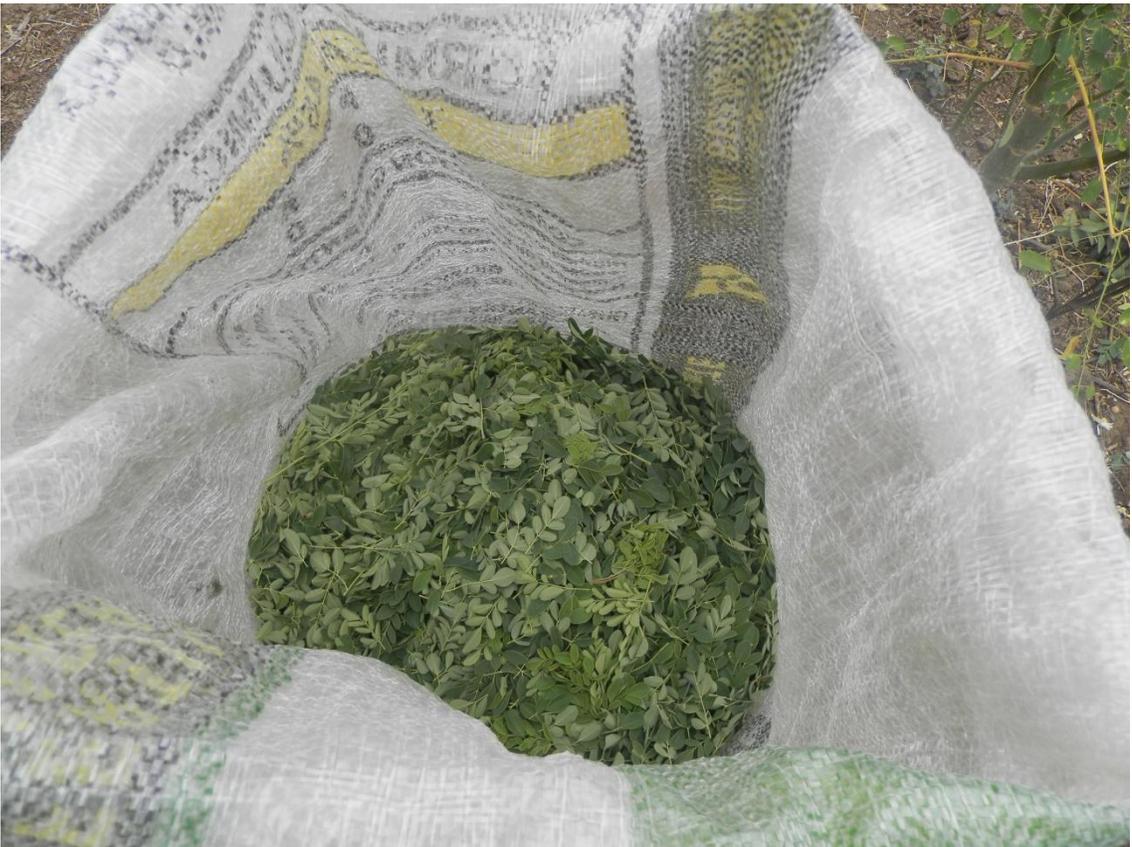
















Harina de Moringa Oleifera

La Moringa es una de las plantas más nutritivas que se conocen. Es un poderoso suplemento vitamínico natural, con múltiples aplicaciones.

Apartes de la Moringa ARVID: - 3 veces más proteína que la carne - 4 veces más calcio que la leche - 2 veces más Vitamina C que la naranja

Año contenido de vitaminas A, B, C, D, E y K. Más potasio que el plátano. Variedad mineral específica. Fortifica la sangre. Omega. Fibra natural.

**Arvid**  
ábol de la vida

- ANTIOXIDANTE
- ANTIANEMICO
- REGULADOR DEL SISTEMA DIGESTIVO

Suministra proteína, calcio, vitaminas y minerales. Ayuda a conciliar el sueño.

**INDICACIONES DE USO:**

Puede consumirse en polvo con las comidas, mezclando una pequeña cantidad con masa de maíz en tortillas, o agregando una cucharadita a caldos, sopas, ensaladas, refrescos o con agua pura.

Suministra, cosechado y producido en Guatemala por: **INTEGRACIONES SA CALA**

Recomendamos consultar al médico para conocer más de sus muchos beneficios que acompañan esta planta.

Puedes comprar a [www.integracionescala.com](http://www.integracionescala.com)

NETO 1/2 lb. (227 g)