

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



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DIAGNOSTICO DEL DEPARTAMENTO DE PILONES DE PONY (*Beaucarnea guatemalensis*) Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE N-P-K EN LA FASE DE GERMINACIÓN EN PONY EN LA FINCA SALAMA SAN JERÓNIMO BAJA VERAPAZ**

**CARLOS ARTURO LUNA SUCHINI**

Guatemala, septiembre de 2006

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

**DIAGNOSTICO DEL DEPARTAMENTO DE PILONES DE PONY (*Beaucarnea guatemalensis*)  
Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE N-P-K EN LA FASE DE  
GERMINACIÓN EN PONY EN LA FINCA SALAMA SAN JERÓNIMO BAJA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

POR

**CARLOS ARTURO LUNA SUCHINI.**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 2006

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

**RECTOR MAGNÍFICO**

**Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr.</b>	<b>Ariel Abderramán Ortiz López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Alfredo Itzep Manuel</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Danilo Ernesto Dardón Dávila</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br.</b>	<b>Douglas Antonio Castillo Álvarez</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr.</b>	<b>José Mauricio Franco Rosales</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Pedro Peláez Reyes</b>

Guatemala, septiembre de 2006

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación realizado en la empresa Pony S.A., ubicada en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz. de agosto 2005 a mayo 2006.

Como requisito previo a optar el 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”**

CARLOS ARTURO LUNA SUCHINI.

## ACTO QUE DEDICO

A:

**DIOS Y LA VIRGEN MARIA: Por ser fuente de sabiduría, amor, fe y esperanza en mi vida.**

**MIS PADRES: Por el gran amor que me han dado, por todos sus esfuerzos y sacrificios para que yo alcanzara este triunfo que hoy lleno de alegría les dedico con todo mi amor.**

**MI ESPOSA: Por brindarme siempre su apoyo, amor y comprensión.**

**MIS HIJOS: Carlos , Rodrigo y Anika, con amor .**

**MIS HERMANOS: Rossana y Marvin, con amor**

**MI FAMILIA: Con cariño, gracias por sus apoyo y sabios consejos.**

**MIS AMIGOS: Por su amistad y perseverancia.**

**Y a todos los aquí presentes por acompañarme en este momento tan especial y memorable en mi vida**

## **TRABAJO QUE DEDICO**

A la **Empresa Pony S.A. y sus colaboradores**, por su apoyo y ayuda durante la realización de este trabajo de graduación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Mis asesores **Ing. Agr. Alfredo Itzep, Ing. Agr. Anibal Sacbajá e Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno**, por su valiosa y oportuna colaboración para concluir el presente trabajo de graduación.

La empresa **Pony S.A.** por facilitarme la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y apoyarme en el desarrollo del mismo.

**La Universidad de San Carlos De Guatemala**

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
MARCO REFERENCIAL.....	3
OBJETIVOS GENERALES.....	4
METODOLOGÍA GENERAL.....	4
<b>CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE PILONES DE PONY (BEAUCARNEA GUATEMALENSIS) EN LA FINCA SALAMÁ, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
<b>1.3 METODOLOGÍA Y RECURSOS</b> .....	<b>7</b>
<b>1.4 RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
1.4.1 ENTREVISTA CON GERENTE DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO.....	9
1.4.1.1 <i>Procedimientos realizados durante el ciclo de cultivo:</i> .....	9
1.4.1.2 <i>Problemas presentes causados por plagas y enfermedades:</i> .....	10
1.4.1.3 <i>Problemas causados por desbalances nutricionales:</i> .....	12
1.4.1.4 <i>Problemas por malezas, temperatura, humedad relativa, humedad del sustrato, sombra:</i> ....	12
1.4.1.5 <i>Record de crecimiento:</i> .....	13
1.4.2 ENTREVISTA PERSONAL DE CAMPO.....	13
1.4.2.1 <i>Encargado de propagador 8</i> .....	13
1.4.2.2 <i>Encargado de propagador 7</i> .....	14
1.4.3 OBSERVACIÓN DIRECTA DE LOS DISTINTOS PROCESOS DE PILÓN.....	17
1.4.3.1 <i>Recolección de semilla:</i> .....	17
1.4.3.2 <i>Secado de semilla:</i> .....	17
1.4.3.2 <i>Escarificado de la semilla:</i> .....	17
1.4.3.3 <i>Desinfección de semilla:</i> .....	17
1.4.3.4 <i>Siembra de la semilla:</i> .....	18
1.4.3.5 <i>Germinación de semilla:</i> .....	18
1.4.3.6 <i>Desinfección de sustrato para utilizar macetas definitivas:</i> .....	18
1.4.3.7 <i>Mezcla del sustrato:</i> .....	18
1.4.3.8 <i>Lavado y desinfección de camas:</i> .....	18
1.4.3.9 <i>Llenado de Macetas:</i> .....	18
1.4.3.10 <i>Humedecimiento de macetas:</i> .....	18
1.4.3.11 <i>Desinfección de plantas previo a la siembra:</i> .....	19
1.4.3.12 <i>Siembra del pilón:</i> .....	19
1.4.3.13 <i>Riego:</i> .....	19
1.4.3.14 <i>Control fitosanitario:</i> .....	19
1.4.3.15 <i>Fertilizaciones:</i> .....	20
1.4.3.16 <i>Control de insectos:</i> .....	20
1.4.3.17 <i>Control de Humedad Relativa y Temperaturas</i> .....	20
1.4.3.18 <i>Control de saneos:</i> .....	20
1.4.3.19 <i>Cosecha:</i> .....	20
1.4.4 PRINCIPALES PROBLEMAS OBSERVADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PILONES.....	21
<b>1.5 CONCLUSIONES</b> .....	<b>25</b>
<b>1.6 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>25</b>

1.7	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	26
	<b>CAPITULO II. INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (N-P-K) EN FASE DE GERMINACIÓN DEL CULTIVO DE PONY (<i>Beaucarnea guatemalensis</i>). FINCA “SALAMA”, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ</b> .....	27
	<b>EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (N-P-K) EN FASE DE GERMINACIÓN DEL CULTIVO DE PONY (<i>Beaucarnea guatemalensis</i>). FINCA “SALAMA”, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ</b> .....	28
	<b>EFFECT OF NITROGEN, PHOSPHOR AND POTASIMUM (NPK) IN THE GERMINATION PHASE OF PONY TAIL (<i>Beaucarnea guatemalensis</i>) , SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.</b> .....	28
	<b>RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	28
2.1	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	29
2.2	<b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	30
2.3	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	30
2.4	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	31
2.4.1	MARCO CONCEPTUAL.....	31
2.4.1.1	<i>Sustratos</i> .....	31
2.4.1.2	<i>Los fertilizantes</i> .....	34
2.4.1.3	<i>Síntomas de toxicidades nutrimentales</i> .....	39
2.4.2	MARCO REFERENCIAL.....	40
2.5	<b>OBJETIVOS</b> .....	40
2.5.1	OBJETIVO GENERAL.....	40
2.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
2.6	<b>HIPÓTESIS</b> .....	41
2.7	<b>METODOLOGÍA</b> .....	41
2.7.1	LUGAR Y ÉPOCA .....	41
2.7.2	FACTORES A EVALUAR.....	41
2.7.3	TRATAMIENTOS .....	41
2.7.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	42
2.7.4.1	<i>Modelo estadístico</i> .....	42
2.7.5	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	43
2.7.6	CROQUIS DEL EXPERIMENTO.....	43
2.7.7	VARIABLES RESPUESTA.....	44
2.7.8	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	45
2.8.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	49
2.8.1	<i>Altura de planta</i> .....	49
7.1	<i>Diámetro de bulbo El análisis de varianza para diámetro de planta se presenta en el cuadro</i>	
2.8.	<i>Se observa que existieron diferencias para los diferentes niveles de Nitrógeno, fósforo y la interacción fósforo-potasio.</i> .....	53
7.2	<i>Biomasa de tejido vegetal.</i> .....	56
a.	<i>Peso fresco.</i> .....	56
7.3	<i>Concentración de N-P-K</i> .....	58
2.9	<b>CONCLUSIONES</b> .....	59
2.10	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	59
2.11	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	60

<b>CAPITULO III. SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA PONY S.A. EN EL CULTIVO DE PONY (BEUCARNEA SP.). FINCA SALAMÁ, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.</b>	<b>65</b>
<b>3.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>66</b>
<b>3.2 MARCO REFERENCIAL</b>	<b>66</b>
<b>3.3 SERVICIO 1. EVALUACIÓN DE 8 TÉCNICAS DE ESCARIFICACIÓN DE SEMILLA DE PONY (Beucarnea guatemalensis) EN LA FINCA “SALAMÁ”, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.”</b>	<b>67</b>
3.3.1 OBJETIVOS	67
3.3.2 REVISIÓN DE LITERATURA	67
3.3.2.1 Escarificación mecánica	67
3.3.2.2 Escarificación física	68
3.3.2.3 Escarificación con ácidos	68
3.3.2.4 Remojamiento	69
3.3.2.5 Pexóxido de hidrógeno (Agua oxigenada)	69
3.3.2.6 Agente tensoactivo o “surfactante”	70
3.3.3 Tratamiento secos	70
3.3.3 PLAN DE EJECUCIÓN	70
3.3.3.1 Ubicación del experimento	70
3.3.3.2 Material y Equipo	71
3.3.3.3 Variables evaluadas	72
3.3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
3.3.5 CONCLUSIONES	76
3.3.6 RECOMENDACIONES	76
<b>3.4 SERVICIO 2. “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE LA PLAGA FUNGUS GNAT (BRADYSIA SP) EN PLANTAS DE PILONES DE PONY (Beucarnea guatemalensis) EN LA FINCA “SALAMÁ”, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.”</b>	<b>77</b>
3.4.1 OBJETIVOS	77
3.4.2 REVISIÓN DE LITERATURA	77
3.4.2.1 Ciclo de vida de Fungus gnat (Bradysia sp.)	77
3.4.2.2 Tipo de daño	79
3.4.2.3 Control	79
3.4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
3.4.5.1 Monitoreo de poblaciones de adultos	82
3.4.5.2 Control	82
<b>3.5 SERVICIO 3. “ELABORACIÓN DE BOKASHI CON DESECHOS DE PONY Beucarnea guatemalensis UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)”</b>	<b>83</b>
3.5.1 OBJETIVOS	83
3.5.2 REVISIÓN DE LITERATURA	83
3.5.2.1 Tecnología DEL EM <sub>1</sub>	83
3.5.2.2 Componentes del EM	84
3.5.3 PLAN DE EJECUCIÓN	85
3.5.3.1 Ubicación del experimento	85
3.5.3.2 Material y Equipo	85
3.5.3.3 Cuantificación de los desechos orgánicos	86
3.5.3.4 Tratamientos y diseño experimental	86
3.5.3.5 Elaboración de bokashi	87
3.5.3.6 Procedimiento para la activación del EM <sub>1</sub>	88
3.5.4 VARIABLES EVALUADAS	89
3.5.4.1 Monitoreo de temperatura	89
3.5.4.2 Descomposición del material	89
3.5.4.3 Nutrientes y relación C/N	90
3.5.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
3.5.5.1 Monitoreo de temperatura	91

3.5.5.2	Descomposición del material.....	92
3.5.5.3	Nutrientes.....	93
3.5.5.4	Limitantes para la elaboración de bokashi.....	93
3.5.6	CONCLUSIONES.....	94
3.5.7	RECOMENDACIONES.....	94
<b>3.6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
<b>3.7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>96</b>

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.1	Priorización institucional de los problemas detectados por el diagnostico en el Departamento de Pilonos, finca “Salamá”, San Jerónimo, Baja Verapaz.....	21
Cuadro 2.3.	Niveles de Nitrógeno, fósforo y potasio evaluados.....	41
Cuadro 2.4.	Tratamientos evaluados en etapa de germinación de plantas de pony ( <i>Beaucarnea guatemalensis</i> ).....	42
Cuadro 2.5.	Distribución de tratamientos:.....	44
Cuadro 2.6.	Análisis químico de pot ground. Salamá, 2006.....	46
Cuadro 2.7.	Análisis de varianza para altura de planta cm.....	49
Cuadro 2.8.	Prueba de medias para altura de planta para el factor Nitrógeno.....	50
Cuadro 2.9.	Análisis de varianza para diámetro de bulbo en cm.....	53
Cuadro 2.10.	Prueba de medias para diámetro de bulbo para el factor Nitrógeno.....	53
Cuadro 2.11.	Prueba de medias para diámetro de bulbo para el factor fósforo.....	54
Cuadro 2.12.	Análisis de varianza para peso fresco (gr.) a diferentes dosis de N-P-K. Salamá, 2006.....	56
Cuadro 2.13.	Prueba de medias para peso fresco para el factor Nitrógeno.....	57
Cuadro 2.14.	Prueba de medias para peso fresco para el factor potasio.....	57
Cuadro 2.15.	Análisis de varianza para peso seco de 100 plantas en gramos.....	57
Cuadro 2.16.	Prueba de medias para peso seco de 100 plantas para el factor Nitrógeno.....	58
Cuadro 2.17.	Comparación de niveles de N-P-K en dos tratamientos.....	58
Cuadro 3.18.	Porcentajes de germinación obtenidos con los tratamientos.....	73
Cuadro 3.19.	Cantidades de ingredientes para activar el EM <sub>1</sub> al 5%.....	89
Cuadro 3.20.	Días de volteo y aplicación del EM a los tratamientos.....	89
Cuadro 3.21.	Temperaturas máximas del bokashi.....	91
Cuadro 3.22.	Análisis químico de los tratamientos.....	93

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1.	Aplicación de los tratamientos.....	48
Figura 2.2.	Aspecto de las plantas a las que se les aplico las dosis altas de N-P-K.....	50
Figura 2.3.	Aspecto de las plantas a las que se les aplico las dosis bajas de N-P-K.....	51
Figura 2.4.	Largo de planta obtenido con dosis altas de N-P-K.....	52
Figura 2.5.	Largo de planta obtenido con dosis bajas de N-P-K.....	52
Figura 2.6.	Diámetro de planta obtenido con dosis altas de N-P-K.....	54
Figura 2.7.	Diámetro de planta obtenido con dosis bajas de N-P-K.....	55
Figura 2.8.	Comportamiento de la humedad relativa (%) durante el ensayo. Año 2006.....	64
Figura 2.9.	Comportamiento de temperatura (°C) durante el ensayo. Año 2006.....	64
Figura 3.10.	Semilla tratada con Peróxido.....	72
Figura 3.11.	Semilla tratada con horno microondas.....	72
Figura 3.12.	Semilla tratada con agua + jabón.....	72
Figura 3.13.	Semilla tratada con agua caliente.....	72

Figura 3.14. Porcentajes de germinación de los tratamientos evaluados.....	74
Figura 3.15. Comparación de los porcentajes de germinación de los tratamientos escarificados y sin escarificar.....	75
Figura 3.16. Huevos de Fungus gnat      Figura 3.17. Larvas de Fungus gnat.....	78
Figura 3.18. Crisálida de Fungus gnat      Figura 3.19. Adulto de Fungus gnat.....	79
Figura 3.20. Vertedero de basura en la finca “Salamá”.....	86
Figura 3.21. Picado de hojas de pony.      Figura 3.22. Picado del bulbo y caña de pony .....	87
Figura 3.23. Picado manual del bulbo y caña.....	88
Figura 3.24. Aplicación del EM.....	90
Figura 3.25. Volteos de las bokasheras.....	90
Figura 3.26. Temperatura media de los tratamientos.....	92

## RESUMEN GENERAL

El informe final de diagnóstico, investigación y servicios resume en forma documentada el trabajo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). El trabajo se orientó hacia el departamento de producción de pilones de *Beaucarnea guatemalensis*, debido a la importancia que este representa en todo el proceso de exportación, por ser la base fundamental para el inicio de las plantaciones que posteriormente serán exportadas. Se buscó el mejoramiento de la agricultura y análisis de procedimientos que se realizan en el departamento de pilones. La actividad se realizó gracias al apoyo del departamento de producción de la Finca Salamá en coordinación con la Gerencia de Producción.

El diagnóstico se realizó para conocer la situación actual del departamento de producción de pilones e identificar los principales problemas que causan pérdidas durante el proceso. Por medio del diagnóstico se estableció que las principales causas de pérdidas de los pilones durante las 30 semanas de producción son: la poca presencia de raíces, desuniformidad de crecimiento, plantas débiles y plagas que atacan el cultivo.

La investigación se derivó de los problemas encontrados en el diagnóstico, y se escogió, conjuntamente con el equipo de producción, el mejoramiento de las plántulas por medio de una mejor nutrición de los pilones de *Beaucarnea guatemalensis*. Se evaluaron tres concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK), en la fase de germinación, que consta de doce semanas. El estudio se realizó en la finca Salamá, específicamente en los invernaderos de germinación.

El resultado de la investigación, demostró que existe respuesta en las plántulas, a la aplicación de NPK, sin embargo el efecto fue mayor para Nitrógeno. Los resultados se midieron en altura, diámetro basal y peso fresco. Este resultado es de mucha importancia, ya que podría acelerar el crecimiento en esta fase, desarrollar plantas más robustas y que esto se reflejaría en los resultados generales de las plantaciones.

Los servicios prestados fueron realizados de acuerdo con el departamento de Producción, y se orientaron principalmente a apoyar al departamento de pilones para el mejoramiento de los procesos. Se evaluaron ocho métodos de escarificación de semilla, un plan de control de plagas, específicamente de fungus gnat, que es la plaga más

importante en esta etapa. Como resultado se estableció un control químico que ayuda a bajar las poblaciones de fungus gnat, pero sobre todo, se estableció que la prevención y control de poblaciones es el mejor método para manejar esta plaga, a base de monitoreos semanales.

El tercer servicio consistió en evaluar el manejo de los desechos orgánicos provenientes de la exportación de *Beaucarnea guatemalensis*, por medio de la elaboración de bokashi, que es materia orgánica fermentada de una forma acelerada. Se utilizaron los desechos de tallos, hojas y bulbos de planta de *Beaucarnea*. Se comprobó que utilizar microorganismos eficientes (EM), como acelerador de descomposición, influye positivamente, por lo tanto elaborar bokashi es un proceso factible para el manejo de los desechos.

El cultivo de *Beaucarnea guatemalensis* en Guatemala es un tema nuevo, con la particularidad que la mayor parte de la producción está destinada para la exportación, especialmente a los países industrializados, todo indica que la demanda de plantas ornamentales de parte de estos países va en aumento, lo que nos presenta un panorama favorable para el cultivo de pilones y plantaciones de *Beaucarnea guatemalensis* por lo que se debe incrementar la investigación del cultivo en general.

## **MARCO REFERENCIAL**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA PONY S.A.**

La empresa Pony S.A. cultiva y exporta plantas ornamentales desde 1983. El cultivo de *Beaucarnea guatemalensis* inicio hace 16 años, y la implementación de pilones para iniciar las plantaciones comenzó hace 8 años.

### **UBICACIÓN**

La finca Salamá se encuentra ubicada en el Municipio de San Jerónimo, Departamento de Baja Verapaz. De la ciudad capital dista 147.5 kilómetros, a través de la carretera RN-17 que conduce a las Verapaces, la cual desprende de la carretera CA-9.

### **Generalidades de *Beaucarnea guatemalensis***

Standley señala que las especies de *Beaucarnea* están distribuidas tanto en Guatemala como en México, reporta 3 especies para Guatemala: *B. ameliae* Lundell, *B. guatemalensis* Rose. , y *B. petenensis* Lundell, aunque existen dudas en cuanto a que *B. ameliae* sea distinta a *B. petenensis*.

Todos los miembros de este género son endémicos y se encuentran distribuidos en forma natural en los departamentos de: El Peten, Alta y Baja Verapaz, Huehuetenango, Jalapa y Chiquimula.

Actualmente se le puede localizar en muchos otros lugares de la Republica de Guatemala, ya que es cultivada para la exportación.

La reproducción de la *Beaucarnea guatemalensis* es por semilla, la cual se encuentra en las plantas madres ubicadas generalmente en las zonas montañosas y áridas del país.

La germinación de la semilla hasta el momento es baja, debido a la heterogeneidad de condiciones a la que esta se ve expuesta.

## **OBJETIVOS GENERALES**

1. Identificar en el departamento de pilones de la empresa Pony S. A., los principales problemas que causan pérdidas y proponer soluciones que faciliten y optimicen los procesos de producción en el departamento..
2. Conocer la influencia de los elementos NPK en el crecimiento de los pilones.
3. Proponer un sistema de control de plagas en el departamento de pilones.
4. Colaborar con la empresa Pony S.A. en la evaluación del bokashi como método alternativo para manejo de desechos vegetales del proceso de exportación.

## **METODOLOGÍA GENERAL**

Para la realización del EPSA en la empresa Pony S.A., en primer lugar se tuvo un acercamiento con el departamento de producción de la empresa, para realizar el diagnóstico y conocer el sistema de producción de pilones. Posteriormente se sacaron las conclusiones y recomendaciones pertinentes y de aquí se derivó la decisión de la investigación y servicios a realizar.

Para la investigación se tomaron plantas germinadas y se hicieron las fertilizaciones de acuerdo a los tratamientos propuestos.

Los Servicios se realizaron paralelamente a la investigación, con la ayuda y colaboración de los diferentes departamentos de la finca Salamá. Se coordinaron los servicios con el departamento de exportación, para los desechos vegetales y con el departamento de pilones para el plan de manejo de plagas.

CAPITULO I. Diagnóstico del departamento de pilones de pony  
(*Beaucarnea guatemalensis*) en la finca Salamá, ubicada en el  
Municipio de San Jerónimo, Departamento de Baja Verapaz

## 1.1 ANTECEDENTES

La empresa Pony S.A. inició sus exportaciones de (*Beaucarnea guatemalensis*) en el año de 1,990. En ese entonces la totalidad de la planta era abastecida por distintos proveedores que recolectan plantas cultivadas con distintos agricultores y en distintas área de todo el país.

Cuando las exportaciones crecieron fue necesario cumplir estándares de calidad mas exigentes en cuanto a cantidad, especificaciones de medida y tiempo de entrega y estado fitosanitario de la planta, estos aspectos son difíciles de cumplir si se depende en su totalidad de los proveedores. Es por ello que la empresa inicia a cultivar sus propias plantaciones de *Beaucarnea* destinadas a cumplir las exigencias en cuanto a especificaciones de calidad y tiempo requerido por el cliente, esto crea la necesidad de cultivar anualmente 1,200,000 plantas en campos propios de la empresa ubicados en distintas localidades del país.

En un principio se hace necesario hacer almácigos para la germinación de *Beaucarnea guatemalensis*. Se comienza en tablones tradicionales establecidos en áreas ubicadas en campos escogidos para esta actividad en cada una de las localidades. Esto al principio se realizo pero las perdidas en baja germinación, problemas de enfermedades en las plantas, Insectos, muchas desuniformidad en el crecimiento. Por la densidad y el sistema de siembra había un 30% de planta que al momento de la cosecha no llenaba los requisitos para la siembra en el campo definitivo, habría que sumar a esto una baja germinación que como máximo alcanzaba un 50%. Y las perdidas en la primera etapa de plantaciones por poco pegue de la planta eran entre el 30% y 40%.

Estas condiciones crean la necesidad de que la empresa establezca un mejor sistema para la producciones plantas. Se inicia entonces la producción bajo sistemas controlados en invernaderos que comienza desde la germinación hasta obtener una planta que reúna las características necesarias en cuanto a uniformidad, numero de plantas, vigorosidad y estado fitosanitario de las plantas.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Identificar en el departamento de pilones de la empresa Pony S. A., los principales problemas que causan pérdidas y proponer soluciones que faciliten y optimicen aún más los procesos de producción en el departamento.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar los procesos actuales en el departamento de pilones.
2. Determinar la causa de la mortandad de plantas a lo largo del ciclo de pilón.
3. Describir las actividades que realiza el personal que interviene en el proceso productivo de pilón.
4. Proponer alternativas para optimizar y facilitar los procesos de producción en el departamento de pilones.

## **1.3 METODOLOGÍA Y RECURSOS**

Para la elaboración del diagnóstico se utilizó como herramienta la entrevista personal, dirigida a las personas que actualmente ocupan los cargos administrativos y técnicos siguientes:

1. Entrevista con el Gerente de Producción de proyecto, para conocer lo que la empresa persigue en el Departamento de Pilones.
2. Entrevista con el Técnico Agrícola encargado del Departamento de Pilones para conocer mas a detalle los procesos agrícolas.
3. Entrevista con supervisores y personal de campo para conocer si estas personas conocen cada una de las actividades que realizan.
4. Observación directa, dedicación de un tiempo determinado para formarse una idea de cada una de las fases del Departamento, así, con el resultado de las entrevista se establece un listado de problemas y posibles soluciones de acuerdo a las prioridades que la empresa requiera.

La mecánica para realizar la entrevista fue en forma de diálogo. La entrevista diseñada para el Gerente de Producción del proyecto y Agrónomo encargado el departamento, considero los siguientes aspectos:

- a. Procedimientos que se llevan acabo durante el ciclo de pilones.
- b. Problemas presentes causados por plagas y enfermedades plenamente identificados.
- c. Problemas causados por desbalances nutricionales (fertilización).
- d. Problemas por malezas, temperatura, humedad relativa, humedad de sustrato, sombra.
- e. Registro de crecimiento.

La entrevista con supervisores y personal de campo, consideró como principales puntos, los siguientes:

- a. Frecuencia del riego.
- b. Frecuencia de aspersion con agroquímicos y conocimiento de los encargados del nombre de los productos y su uso.
- c. Frecuencia del control de malezas, e identificación de algunos problemas presentes en las plantas como insectos, manchas en las hojas, pudriciones en las raíces, pudriciones en el bulbo.
- d. Capacitación por parte del personal técnico.
- e. Opinión de otros puntos no tocados en la entrevista, (dejar abierta la oportunidad para que puedan expresarse)

## 1.4 RESULTADOS

### 1.4.1 Entrevista con Gerente de Producción del Proyecto

#### 1.4.1.1 Procedimientos realizados durante el ciclo de cultivo:

##### Fase 1. Germinación: 12 Semanas.

- a. Desinfección de bandejas.
- b. Llenado de bandejas con sustrato.
- c. Colocación de bandejas en camas elevadas.
- d. Riego de bandejas.
- e. Pelado de semilla.
- f. Desinfección de semilla.
- g. Siembra o colocación de semilla en cada postura de la bandeja.
- h. Cubrimiento de semillas y aplicación de insecticida.
- i. Riego.
- j. Desmalezado
- k. Monitoreo de Germinación
- l. Monitoreo de insectos.
- m. Control de insectos.
- n. Registro de crecimiento.
- o. Control de Temperatura y Humedad relativa.
- p. Registro de inventario

##### Fase 2. Crecimiento: 14 Semanas.

- a. Desinfección de sustrato para trasplante.
- b. Mezcla del sustrato.
- c. Limpieza y desinfección de camas elevadas.
- d. Desinfección de macetas.
- e. Llenado de macetas.
- f. Riego de macetas.
- g. Desinfección de plantas.
- h. Siembra en macetas.

- i. Riego y Controles de humedad.
- j. Desmalezado.
- k. Fertilizaciones.
- l. Aspersiones.
- m. Controles de insectos.
- n. Saneos.
- o. Control de temperatura y Humedad relativa.
- p. Registro de inventario.

#### Fase 3 Adaptación: 4 Semanas.

- a. Limpieza y desinfección de camas.
- b. Traslado de planta.
- c. Riego y controles de humedad.
- d. Desmalezado.
- e. Fertilizaciones.
- f. Aspersiones.
- g. Controles de insectos.
- h. Saneo.
- i. Control de temperatura y humedad relativa.
- j. Record de inventario.
- k. Selección de plantas.
- l. Envío a plantaciones.

#### 1.4.1.2 Problemas presentes causados por plagas y enfermedades:

Los hongos más comunes son:

- a. *Botrytis sp.*

a.a Morfología y ciclo de vida del hongo.

El patógeno *Botrytis sp.* produce gran cantidad de micelio gris y varios conidióforos largos y ramificados, cuyas células apicales redondeadas producen racimos de conidios ovoides, unicelulares, incoloros o de color gris. Los conidióforos y los racimos de conidios se

semejante a un racimo de uvas. El hongo libera fácilmente sus conidios cuando el clima es húmedo y luego éstos son diseminados por el viento. El hongo a menudo produce esclerocios irregulares, planos, duros y de color negro. Algunas especies producen a veces una fase perfecta de sclerotinia, en la que las ascosporas se forman en un apotecio.

*Botrytis cinerea* es un saprofito nato capaz de provocar grandes daños en los pilones.

Cuando los días son cortos, la luminosidad escasa y las temperaturas son del orden de 15-20°C, las plantas pueden sufrir graves daños. *Botrytis cinerea* ingresa a la planta por heridas microscópicas, causadas por el trasplante, desmalezado etc, las esporas pueden vivir en el sustrato, esperando el momento de la infección.

b. Fungus gnat (*Bradysia spp.*)

b.a Tamaño: (3-4m m)

b.b Color: Grisáceo a negro

b.c Descripción:

Los Fungus gnats son parásitos comunes. Son delgados, y delicados, las piernas son largas y tienen un par de alas claras.

a. Habitat:

Los adultos se pueden observar volando a corta distancia de los pilones, en cambio las larvas viven en la materia orgánica, en este caso en el sustrato del pilón y debajo de las camas elevadas.

b. Ciclo vital:

Las larvas de los mosquitos fungosos viven en suelo húmedo y se alimentan de plantas infectadas de *Botrytis*.

c. Tipo de daño:

Aunque las larvas atacan raramente raíces sanas, el mayor daño que causan es la descomposición rápida de las plantas que por algún motivo tienen una herida o están infectadas de un hongo en la parte del cuello del tallo del pilón.

d. Control:

El control de estos insectos se realiza por medio de un muestreo semanal de trampas, estas trampas tienen una área de muestreo de 25 centímetros cuadrados.

Si existe un promedio mayor de 5 insectos por trampa se realizan aplicaciones de insecticidas, tales como DECIS, MALATHION, DIBROM, etc.

Una práctica cultural del control de esta plaga es también dejando secar el sustrato a un rango de 40% de humedad para que la parte superior de la maceta del pilón se seque y los adultos ya no puedan ovipositar en la parte seca y además las larvas existentes morirán por efecto de deshidratación.

1.4.1.3 Problemas causados por desbalances nutricionales:

- a. Poco sistema radicular del trasplante de germinación a maceta.
- b. Planta con coloración amarillenta en germinación.
- c. Retraso del pegue de la planta en la maceta.
- d. Poco desarrollo radicular en macetas.
- e. Crecimiento lento.

1.4.1.4 Problemas por malezas, temperatura, humedad relativa, humedad del sustrato, sombra:

- a. El desmalezado de la planta se realiza semanalmente, pero puede provocar un doblamiento de la planta, si no se hace de la manera adecuada o se deja crecer demasiado la maleza.
- b. Los extremos de temperatura son malos, si es baja provoca bajo porcentaje de enraizamiento y al ser alta provoca quemaduras en las hojas, las temperaturas adecuadas para esto son de 25 a 30 grados centígrados.
- c. La humedad relativa influye en la presencia de enfermedades cuando es alta y provoca estrés a la planta cuando esta baja, el rango adecuado para el manejo del cultivo es de 50% a 70%.

- d. Cuando hay poca humedad en el sustrato la planta se decolora y detiene su crecimiento, también hay pérdida de raíces.
- e. Al tener alta humedad en el sustrato el principal problema es la presencia de enfermedades así como el ahogamiento de raíces y poco desarrollo de las mismas.
- f. La sombra adecuada para el desarrollo de la planta es de 70% y para la adaptación es de 55%.

#### 1.4.1.5 Record de crecimiento:

- a. Actualmente se tiene un record semanal de crecimiento de la planta, desde germinación hasta el envío a plantaciones.

### 1.4.2 Entrevista Personal de campo

#### 1.4.2.1 *Encargado de propagador 8*

##### 1.4.2.1.1 Frecuencia de riego:

En la etapa de germinación 3, la frecuencia de 3-4 días dependiendo de la presencia de humedad en el sustrato, por medio de goteo. Luego de aplicar este riego se inspecciona para verificar que todas las plantas fueron regadas, caso contrario se aplica un riego “foqueado” por planta o sector.

##### 1.4.2.1.2 Frecuencia de aspersion con productos agroquímicos y conocimiento del nombre de los productos y para que sirven.

- a. Hongo (*Botrytis*), cada 15 días se aplica Metil tianfanato (Banrot), Dicloran (Fusan) o algún carbamato (Carbendazin). Si no hay de los anteriores se aplica Captan.
- b. Trips, es un problema actual en el propagador 8, se aplica Thiacloprid (Monarca) o Naled (Diubron). Con frecuencia de cada 8 días.
- c. Bacteria, cuando aparece se aplica estreptomycin (Agrimicin), cada 8 días.

- d. Fungus gnat (*Bradysia spp.*), se aplica deltametrina (Desis) o Oxamyl (Mocap), cada 8 días.
- e. Pudrición de raíz, el mismo tratamiento que para el hongo, pues se ha indicado que es el mismo agente causal.

Fertilizantes, cada 15 días Nitrato de calcio o 5-8-19. Ya no se aplica 9-15-38 por elevar la presencia de hongo y crecimiento de musgo sobre las macetas.

1.4.2.1.3 Frecuencia del control de malezas e identificación algunos problemas presentes en las plantas como insectos, manchas en las hojas, pudriciones en las raíces, pudriciones en el bulbo.

Maleza, control manual por sectores, para poder pasar cada 8 días por cada sector. Si crece mucho le roba crecimiento, se pone amarilla la hoja y al arrancarla se saca la planta porque la raíz de la maleza crece mas rápido

1.4.2.1.4 Capacitación por parte del personal técnico.

Actualmente, no. Recibieron capacitación con anteriores encargados agrícolas sobre control de humedad y monitoreo de enfermedades.

1.4.2.1.5 Opinión de otros puntos no tocados en la entrevista. (dejar abierta la oportunidad para que puedan expresarse)

En la fase de germinación, existe baja germinación por proveedor. Si se excede la humedad no germina la semilla o si la luz es excesiva se daña la germinación o se atrasa.

1.4.2.2 *Encargado de propagador 7*

Actualmente se encargada del propagador 7 y comparte las responsabilidades con el encargado del propagador 8, para administrar el propagador 2.

#### 1.4.2.2.1 Frecuencia de riego:

Germinación 3: depende del clima, más o menos cada 3-4 días el goteo y riego dirigido por planta o sector al día siguiente cuando sea necesario. Todo esto se hace posterior a la verificación de la humedad del día anterior.

Germinación 1: sólo nebulizaciones minimiza el problema de hongos. La frecuencia depende de la condición del sustrato. La arena seca marca por el cambio de color que se hace necesario el riego, pues esta pierde la humedad, además se hace un chequeo manual y visual del sustrato.

#### 1.4.2.2.2 Frecuencia de aspersion con agroquímicos y conocimiento de los encargados del nombre de los productos y su uso.

##### a. Para germinación 1:

No se aplica funguicida porque provoca quemadura de plántulas. Nunca ha visto este efecto porque no ha aplicado producto y sólo se sana la planta.

Bacteria, cuando aparece se aplica Estreptomina (agrimicina), cada 8 días. Se distingue porque hay quemadura de hoja y la planta se pone "shuca"

Fungus gnat (*Bradysia* spp), se aplica deltaetrina (Desis) o Oamyl (Mocap), la aplicación depende del monitoreo semanal, si hay más de 5 adultos por trampa se aplica producto, las trampas se cambian cada 8 días. Se ha aplicado Thiacloprid (Monarca) y Naled (Dibrom) cada 8-10 días, dependiendo de la densidad de población.

Fertilizantes: no se aplican en esta fase.

##### b. Para germinación 3:

Hongo, se aplica Folpet Prochloraz (Mirage), Dicloran (Fusan), Metil tiofanato (Banrot) o un carbamato (Carbendazim), cada 15 días, si aumenta la incidencia se aplica Banrot y Carbendazim juntos.

Bacteria, controlando el riego y el calor, caso contrario Estreptomina (agrimicina) cada 8 días.

Fungus gnat (*Bradysia sp.*): igual que en germinación 1 y en algunas ocasiones Cyfluthrin (Baytroy).

Fertilizantes: Nitrato de calcio, 5-8-19 y 9-15-38. Este ultimo eleva la presencia de hongo y crecimiento de musgo sobre las macetas lo que provoca que lleguen a adultos huevos o larvas del insecto, principalmente Fungus gnat (*Bradysia sp.*).

La aplicación del fertilizante se maneja conforme el pH y conductividad eléctrica – EC-. Cada 8 días se muestrea un lote y se saca el pH + EC. Si el EC es menor de 0.3 se aplica fertilizante. La dosis era de 0.33 gramos / planta, pero como elevaba mucho el EC se cambio a 0.17 gramos / planta.

Como se aplica: se sabe el inventario por cama. Por ejemplo un lote de 92,000 plantas, se multiplica por 0.17 gramos y se sabe el total de gramos a aplicar. Se tiene una medida (tonel) que se sabe alcanza para cubrir 10 camas. Si el lote o sea las 92,000 camas están distribuidas en 20 camas, el total de gramos se divide en dos, que es la cantidad de veces que se preparará mezcla para aplicación del fertilizante. El tonel tiene una capacidad de 50 litros.

1.4.2.2.3 Frecuencia del control de malezas, e identificación de algunos problemas presentes en las plantas como insectos, manchas en las hojas, pudriciones en las raíces, pudriciones en el bulbo.

Maleza. Control manual por sectores, para poder pasar cada 8 días por cada sector. En el germinación 1 no da mucho problema, en el germinación 3, sí.

Pudrición de raíz. Es un problema frecuente cuando la planta se pasa del tiempo que necesita para ser trasladada al campo y la humedad se aumenta.

1.4.2.2.4 Capacitación por parte del personal técnico.

Reunión cada 8 días con el encargado agrícola que estuvo hace 2 años. Explicaba en la pizarra los problemas técnicos. El problema posterior es que los encargados no han durado mucho, pues luego de algunos meses son trasladados a otros departamentos.

1.4.2.3 Opinión de otros puntos no tocados en la entrevista, dejar abierta la oportunidad para que puedan expresarse.

Problemas de infraestructura y que pueden causar aumentos de humedad por problemas de lluvia. Para esto se planifican reparaciones semanales. Actualmente reconoce al encargado Agrícola de Enraizamiento, como la persona con la cual deben programar las actividades agrícolas y administrativas. Para notificar sobre los controles de problemas fitosanitarios. Es consiente que no tiene un encargado agrícola, por lo que se dirige directamente a Gerente de Producción.

1.4.3 Observación directa de los distintos procesos de pilón.

1.4.3.1 Recolección de semilla:

La compra de semilla se realiza en los meses de julio a septiembre, es recolectada por proveedores en todo el territorio nacional. La compra se hace por libra y se clasifica por sus características física y por la región de procedencia. Se clasifican los más homogéneo posible.

1.4.3.2 Secado de semilla:

Luego se procede a un secado de la semilla en mesas hechas con un material tipo malla fina para que ingrese aire por debajo de la cama para que seque de forma homogénea la semilla de arriba y debajo.

1.4.3.2 Escarificado de la semilla:

Aproximadamente a las dos semanas de secado se procede a pelar la semilla. Luego se procede a clasificar la semilla en semillas deshidratadas, podridas, y aptas para la siembra. Estas últimas son las que se utilizan en la producción.

1.4.3.3 Desinfección de semilla:

Después de este procedimiento se desinfecta la semilla en una solución de fungicida por 24 horas.

#### 1.4.3.4 Siembra de la semilla:

Al día siguiente la semilla esta lista para ser sembrada en unas bandejas de 252 posturas. El sustrato que se utiliza es Pot Ground.

#### 1.4.3.5 Germinación de semilla:

A las 4 semanas se alcanza el máximo de germinación que es alrededor de un 60% y se empieza a llevar un registro de crecimiento. Esta etapa del pilón dura 12 semanas.

#### 1.4.3.6 Desinfección de sustrato para utilizar macetas definitivas:

Antes de la desinfección del sustrato se deja la tierra de montaña (broza o tierra negra) destapada por el transcurso de 2 semanas para que germinen y emerjan las malezas. Se aplica un biocida para el control de malezas y patógenos presentes. Luego de 2 semanas de permanecer bajo la exposición del producto desinfectante se deja expuesto al aire por 1 semana mas y esta listo para usarse.

#### 1.4.3.7 Mezcla del sustrato:

La mezcla se realiza en una proporción de 40 % tierra y 60 % Pot Ground.

#### 1.4.3.8 Lavado y desinfección de camas:

La desinfección de camas se realiza con Hipoclorito de Sodio a razón de 3 grs/litro de agua.

#### 1.4.3.9 Llenado de Macetas:

Esta actividad se realiza con una máquina enmacetadora JABO Tipo ROTOFILL 2582, ( trifásica). La máquina se instala cerca de las camas donde se van a colocar las bandejas.

#### 1.4.3.10 Humedecimiento de macetas:

Las macetas llenas se deben de humedecer un día completo, previo a la siembra, para que la raíz de la planta encuentre desde ya las condiciones para empezar el proceso de enraizamiento.

#### 1.4.3.11 Desinfección de plantas previo a la siembra:

Esta desinfección de plantas se realiza con dos finalidades principales que son las siguientes:

- a. Mantener a la planta libre de enfermedades durante los primeros 15 días de siembra.
- b. Evitar un tronqueo en la fase de enraizamiento de la planta para no provocar acamado.

Esto se realiza con una dosis de 0.75 cc de malathion y 0.5 grs. de Captan, por litro de agua. Esta mezcla se debe cambiar cada 4 horas.

#### 1.4.3.12 Siembra del pilón:

La siembra del pilón se realiza sacando de uno en uno los pilones de las bandejas y transplantando a la maceta de 9 cms.

Se debe considerar que en la siembra el pilón no debe quedar muy enterrado para evitar ataques de hongos posteriormente.

#### 1.4.3.13 Riego:

Después de la siembra se aplica un riego aéreo para asentar el sustrato y eliminar del follaje de los pilones todas las partículas de tierra.

Luego el riego se realiza en un promedio de cada 3 días. Este es riego por gotas, que actúa por capilaridad. El riego aéreo se aplica cuando se observa una desuniformidad de humedad en las macetas.

#### 1.4.3.14 Control fitosanitario:

Se lleva a cabo un programa de aplicaciones químicas, de acuerdo a problemas específicos que se presentan o preventivamente o cada 15 días.

Cuando llega el momento de la aplicación de productos químicos se considera que la temperatura no sea mayor a 30° centígrados para no causar una toxicidad en la planta.

#### 1.4.3.15 Fertilizaciones:

Para tomar la decisión de fertilizar se debe tomar en cuenta el pH y E.C. Esto se realiza por medio muestras de sustrato de cada lote. Se identifica cada bolsa, poniendo el numero de lote, propagador y semana de recolección. Luego se procede a realizar lectura y si reporta valores por debajo del rango requerido de EC se procede a fertilizar. Estos datos se tabulan para realizar las graficas por lote y por semana.

Los parámetros para fertilizar son los siguientes: la primera fertilización se realiza en la tercera o cuarta semana, después del trasplante.

#### 1.4.3.16 Control de insectos:

Se lleva un registro de las mediciones de poblaciones de insectos existentes en el propagador, se realiza mediante trampas con un atrayente y pegamento.

Cada trampa tiene un cuadro con una medida de 5\*5 centímetros, donde se realiza los conteos de insectos. Estas lecturas no deben de sobrepasar a 5 insectos por trampa (5%), si esto es así realiza aplicaciones de productos químicos. Las lecturas se toman todos los jueves.

#### 1.4.3.17 Control de Humedad Relativa y Temperaturas

De acuerdo a las experiencias en el cultivo el rango de temperaturas a manejar debe estar entre 25 y 30 °C y una humedad relativa entre 60 y 80%.

Semanalmente se deben de llevar estos registros, se tabulan y discuten con los encargados de propagador, para la toma de decisiones.

#### 1.4.3.18 Control de saneos

Los saneos no deben de sobrepasar el 1% semanal, con esto se tiene contemplada una meta del 18 % de saneo total de cada lote.

#### 1.4.3.19 Cosecha:

La cosecha comienza con una selección de la planta, eliminando todas las plantas infectadas con Botrytis y Fusarium .

Se debe de clasificar la planta en pequeña, mediana y grande.

#### 1.4.4 Principales problemas observados en el departamento de pilones.

De acuerdo a las experiencias de los encargados y algunos resultados de laboratorio los principales problemas en esta fase de cultivo son nutricionales y fitosanitarios, siendo los principales:

- a. Amarillamiento en las distintas etapas de pilones.
- b. Botrytis
- c. Fusarium
- d. Fungus gnat (*Bradysia spp.*)
- e. Acame de las plantulas

En el cuadro 1.1 se resumen los problemas encontrados, producto de las observaciones propias, como en las entrevistas con el Gerente de Producción del proyecto y encargados de propagadores del departamento de pilones de pony (*Beaucarnea sp.*).

**Cuadro 1.1** Priorización institucional de los problemas detectados por el diagnostico en el Departamento de Pilones, finca “Salamá”, San Jerónimo, Baja Verapaz

<b>Actividades Agrícolas</b>	<b>Problemas detectados</b>	<b>Prioridad institucional</b>
Selección de semilla	Se depende de proveedores para abastecer la semilla.	Alta
Germinación	1. Bajo porcentaje de germinación, 60%	Alta
Transplante a etapa de crecimiento	Poco sistema radicular del trasplante de germinación a maceta. No existe un programa de fertilización en etapa 1.	Alta

Plagas y enfermedades	Problemas causados por hongos: Botrytis, Fusarium Problemas causados por insectos: Fungus gnat, Shore Fly. Problemas causados por bacterias, no identificada.	Alta
Desmalezado	Acame por control manual fuera de tiempo.	Media
Riego	Poca humedad en el sustrato detiene el crecimiento y provoca perdida de raíces. La alta humedad en el sustrato provoca enfermedades en el cuello de la planta.	Media
Capacitación del personal técnico	Falta de capacitación técnica de personal encargado de los propagadores para mejorar su desempeño.	Alta

Descripción de los problemas encontrados:

**a. Selección de semilla:**

Al momento de la selección de la semilla, el principal problema que se tiene, es la dependencia de proveedores. Esto provoca que se acepte semilla de diferentes zonas del país, con métodos de secado diferentes, que al final conllevan a tener un bajo porcentaje e germinación, en la etapa de germinación 1.

**b. Germinación de semilla**

De acuerdo a los registros de la empresa, los promedios de germinación son del 50 al 60%. Esto trae como consecuencia, que mucha de la semilla que se compra a los proveedores se pierde. El costo que implica su compra es bastante significativo. Además, afecta en los

inventarios, para realizar estimaciones sobre la cantidad de planta con la cual se puede contar al final del proceso, o sea, al momento del traslado a campo definitivo (Germinación 3).

#### **c. Transplante a etapa de crecimiento (Germinación 2)**

Luego de la germinación, la planta es trasladada a las macetas para su crecimiento y adaptación a las condiciones de los propagadores (Germinación 2). En este punto, se detectaron plantas con bajo sistema radicular. Esto trae como consecuencia la presencia de plantas con retraso en el pegue, crecimiento lento y presencia de coloraciones amarillentas en la hoja. En la etapa de germinación 1, a la planta no se le tiene establecido un plan de fertilización. Se considera que este puede ser un factor a considerar para resolver los problemas antes mencionado.

#### **d. Programa fitosanitario:**

Se han identificado problemas causados por enfermedades, siendo los hongos asociados a la muerte del cuello de tallo de la planta, los más importantes. Los principales géneros encontrados según registros del Departamento de Pilonos son: Botritis y Fusarium. La presencia de bacterias ha sido un problema menor, manejable a través e buenas prácticas culturales.

Dentro de los insectos, el Fungus gnat es la plaga más importante a considerar. Su presencia esta asociada al aparecimiento de algas y musgos en las macetas, pues son áreas apropiadas para ovipositar e iniciar una nueva generación. El control apropiado de éstos factores ayuda a disminuir las poblaciones.

#### **e. Desmalezado.**

Es una practica cultural que se debe programar semanalmente en todas las camas, pues si la maleza crece demasiado sobre el sustrato de las macetas, al momento de retirarla (manualmente), por lo general la raíz e la maleza ha crecido más que la raíz del pony, provocando lo que se conoce como acame de la planta, o sea, levante de las plantas. Este

incide directamente en la cantidad de plantas destinadas al campo, pues al perderse provocan la disminución de los inventarios.

**f. Aplicaciones de riego**

Es una practica cultural importante. Si la humedad es alta en el sustrato, provoca el aparecimiento de enfermedades fungosas, principalmente en el cuello de la planta. Sin embargo la falta de humedad retiene el crecimiento de la planta o la perdida de hojas y raíces por deshidratación, en caso extremo la muerte de la planta, lo cual incide también en el inventario de plantas destinadas a campo.

**g. Capacitación del personal encargado de propagadores.**

Se considera como una deficiencia para el presente diagnóstico. Partiendo que algunos encargados agrícolas del Departamento de Pilonés, realizaban reuniones para explicar los problemas técnicos que en su momento se presentaron en los propagadores, una capacitación formal sobre el manejo de poblaciones plaga o de agroquímicos, identificación de problemas, etc. No se les ha proporcionado. Esto a provocado que en determinadas decisiones se tomen algunas equivocadas o no ajustadas a los procedimientos establecidos en el manual del departamento.

## **1.5 CONCLUSIONES**

1- Las principales causas de mortandad de plantas en ciclo de pilón son:

- a. Bajo porcentaje de germinación
- b. Deficiencia en el sistema radicular de la planta.
- c. Falta de un programa de fertilización.
- d. Desmalezado fuera de tiempo.
- e. Poblaciones de plagas no controladas oportunamente
- f. Falta de capacitación del personal encargado.

## **1.6 RECOMENDACIONES.**

- a. Establecer un programa de fertilización en la etapa de germinación 1.
- b. Establecer un plan de manejo para la plaga Fungus gnat (*Bradysia sp.*)
- c. Capacitar al personal técnico y de campo del departamento.
- d. Identificar los agentes causales de enfermedades, para establecer un control apropiado para cada uno de ellos.

## 1.7 BIBLIOGRAFIA

1. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, según el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento, según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000. 4 hojas.
3. Roblero De León, S. 2003. Informe de las actividades realizadas en el cultivo del pony (*Beaucarnea recurvata*) finca Maya Lorena, San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 37 p.
4. Rojop Chávez, RC. 2003. Actividades agrícolas en pony (*Beaucarnea recurvata*) para producir pilones en invernaderos, San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala, Escuela Nacional Centra de Agricultura. 33 p.
5. Silvestre Solís, JJ. 2002. Evaluación de cuatro frecuencias de desmalezado en pilones de pony (*Beaucarnea recurvata*), en la finca MOGO,S.A., San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 29 p.
6. Styer, RC; Koranski, DS. 1997. Plug & transplant production: a grower's guide. Estados Unidos, Ball Publishing. 374 p.

CAPITULO II. INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (N-P-K) EN FASE DE GERMINACIÓN DEL CULTIVO DE PONY (Beaucarnea guatemalensis). FINCA “SALAMA”, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (N-P-K) EN FASE DE GERMINACIÓN DEL CULTIVO DE PONY (Beaucarnea guatemalensis). FINCA “SALAMA”, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ**

**EFFECT OF NITROGEN, PHOSPHOR AND POTASIMUM (NPK) IN THE GERMINATION PHASE OF PONY TAIL (Beaucarnea guatemalensis) , SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.**

**RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN**

A partir del resultado del diagnostico, se encontro mucha desuniformidad en el crecimiento de las plántulas de Beaucarnea guatemalensis en la etapa de germinación 1, la cual podría ser una de las razones que incrementa las perdidas en esta etapa. Esto podría mejorarse con la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Esta investigación se planteo con el objetivo de encontrar un programa de fertilización con el cual se obtengan plantas sanas y vigorosas, y ,con esto disminuir las perdidas en la fase de germinación.

Los factores evaluados fueron tres dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Como fuentes de estos elementos se utilizó urea, fosfolit y muriato de Potasio. Las variables respuesta fueron peso fresco, peso seco, altura y diámetro de planta. El análisis de nutrientes se realizó a las plantas de los tratamientos que obtuvieron los mayores y menores pesos, alturas y diámetros.

El resultado de la investigación indica que si hubo respuesta de las plantas a la aplicación de Nitrógeno , Fósforo y Potasio, pero la mayor respuesta se obtuvo a la aplicación de las dosis mas altas de Nitrógeno

## 2.1 INTRODUCCIÓN

El pony *Beaucarnea guatemalensis*, es una planta que se ha comercializado como ornamental y se encuentra de forma silvestre en las montañas áridas y altas de Guatemala.

Cuando las exportaciones iniciaron la materia prima provenía de la recolección de plantas silvestres, hasta el momento que se convirtió en una especie protegida, cuando la explotación fue muy alta. Por lo que los exportadores se vieron forzados a iniciar sus propias plantaciones a partir de semilla.

La materia prima de la empresa Pony S.A. actualmente se cultiva a partir de semilleros realizados en forma de pilones, que posteriormente se transplantan a macetas y luego a campo definitivo, todo esto con el objetivo de homogenizar el crecimiento de las plantas y minimizar las pérdidas durante el ciclo.

La presente investigación se concreta al estudio de la primera fase de germinación conocida como Fase 1, la cual dura 12 semanas, con el objetivo de estudiar el efecto de la aplicación de Nitrógeno, fósforo y potasio sobre el crecimiento de la planta.

Para esta investigación se tomaron plantas de 35 días de germinadas, a las cuales se le hicieron 8 aplicaciones N-P-K durante 12 semanas.

Se utilizaron fertilizantes químicos y como fuente de los elementos N-P-K se usaron: urea 46-0-0 para el Nitrógeno, Fosfolit 0-20-0 para el fósforo y muriato de potasio 0-0-60 para potasio. Se utilizaron tres concentraciones para cada uno de los elementos evaluados, siendo el testigo la dosis 0 para los tres elementos.

Para esta evaluación se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio  $3^3$  con tres repeticiones tomando como variables respuesta principales altura de planta, diámetro de planta, peso fresco y peso seco de materia vegetal.

Se encontró respuesta a las aplicaciones de N-P-K, habiendo una diferencia estadísticamente significativa en las aplicaciones de dosis altas de Nitrógeno.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Pony, S. A., basada en estudios de diagnóstico y registro de inventarios históricos, ha establecido que uno de los problemas principales que ha favorecido el incrementado del porcentaje de pérdidas de plantas de pony, *Beaucarnea guatemalensis*, pérdida durante el proceso de pilones, es causado por la carencia nutricional que las plantas tienen en su fase de germinación (germinación1, para la empresa).

El sistema de producción de pilones ha mejorado, desde la producción en almácigos en cada una de las plantaciones, a la producción actual bajo condiciones de invernadero, centralizadas en la finca Salamá. El proceso ha permitido llegar al manejo bajo condiciones controladas, ha brindado a la empresa obtener una menor pérdida de planta. Sin embargo, la empresa considera que el aspecto nutricional de la planta, juega actualmente un papel importante para la obtención de plantas con características deseables para llevar a campo definitivo.

Las pérdidas actuales del 30% de planta en todo el proceso de producción de pilones, se debe a que la planta no logra formar raíces y tiene poca vigorosidad al momento de finalizar la etapa de germinación 1, no siendo capaz de soportar el traslado a la maceta (etapa de germinación 2). Aún aquella establecida en la maceta, manifiesta síntomas de deficiencia nutricional.

## 2.3 JUSTIFICACIÓN

Los requerimientos actuales de planta de pony (*Beaucarnea guatemalensis*) por parte de las fincas destinadas a plantaciones de campo, hace necesario producir una mayor cantidad de planta, manteniendo un proceso que brinde una calidad optima, dentro del Departamento de Pilones de la empresa Pony, S. A.

La necesidad de producir plantas con tamaño uniforme, vigorosidad y condiciones de sanidad apropiadas, obliga a investigar e implementar nuevos sistemas y técnicas de producción. Dentro de estas consideraciones, la empresa Pony, S. A., ha establecido como prioridad, la necesidad de estudiar el efecto de la aplicación de fertilizantes en la etapa inicial de la germinación 1, que permita reducir los actuales porcentajes de pérdida, por falta de formación de raíces y falta de vigorosidad, que la planta ha manifestado al final de esta fase

de producción. Por lo que el presente estudio se pretende evaluar tres fuentes nutricionales en tres dosis y en dos frecuencias de aplicación.

## **2.4 MARCO TEÓRICO**

### **2.4.1 Marco Conceptual**

#### **2.4.1.1 Sustratos**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta a través de su sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turberas, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos. (2)

##### **2.4.1.1.1 Propiedades físicas de los sustratos de cultivo**

Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son: (2)

- a. Densidad real y aparente
- b. Distribución granulométrica
- c. Porosidad y aireación
- d. Retención de agua
- e. Permeabilidad
- f. Distribución de tamaños de poros
- g. Estabilidad estructural

Las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta; cabe señalar, que una vez colocada ésta en el contenedor resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales. Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de

cultivo adecuadas. Esto hace que deba de contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio “retención de agua – aireación”. Condición responsable del éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo. (2)

Los principales parámetros que definen esas propiedades son:

a) Agua fácilmente disponible (AFD). Se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 10 y 50 cm de columna de agua. Valor óptimo: 20 a 30 %.

b) Agua de reserva (AR). En este caso se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de columna de agua. Valor óptimo: 4 a 10 %.

c) Agua difícilmente disponible (ADD). Se trata del agua (% en vol.) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua.

d) Capacidad de aireación (CA). Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30 %.

e) Espacio poroso total (EPT). Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Es un dato que se determina a partir de las densidades real y aparente. Su valor óptimo se produce cuando alcanza niveles superiores a 85 %.

f) Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-

85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado.

El equilibrio aire/agua se representa gráficamente mediante las curvas de humectación. Se parte de un volumen unitario saturado de agua y en el eje de ordenadas se representa en porcentaje el volumen del material sólido más el volumen de porosidad útil. Se le somete a presiones de succión crecientes, expresadas en centímetros de columnas de agua, que se van anotando en el eje de abcisas. A cada succión corresponderá una extracción de agua cuyo volumen es reemplazado por el equivalente de aire.

De modo que a un valor de abcisas corresponde una ordenada de valor igual al volumen del material sólido más el volumen de aire. El volumen restante hasta el 100 % corresponde al agua que aún retiene el sustrato.

#### g) Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0.7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

#### h) Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales, o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

#### i) Granulometría

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

### 2.4.1.2 Los fertilizantes

#### 2.4.1.2.1 Tipos de fertilizantes existentes

En la actualidad el mercado de los fertilizantes ofrece una gran variedad de productos que permiten mayor precisión en la formulación de programas de nutrición vegetal. Sin embargo, es muy importante conocer la composición química de los productos, así como la cantidad de nutrientes que estos productos comerciales contienen. (3)

Uno de los efectos causados por el aumento de precios en los fertilizantes tradicionales ha sido, sin duda, la mayor diversificación de productos de fabricación nacional e importados. La transformación de esta industria ha generado una integración que incluye alianzas entre fabricantes y, en muchos casos, las mismas empresas han reforzado sus canales de

importación y distribución. Inclusive muchas de estas han optado por eliminar intermediarios y realizar ventas directas a los agricultores con el fin de reducir costos de intermediación. (3)

#### 2.4.1.2.2 Fertilizantes foliares.

Son diseñados para ser absorbidos por las hojas de las plantas. Deben ser utilizados como complemento de la fertilización al suelo y no como un sustituto -debido a la baja concentración de elementos y las dosis que se utilizan-, aunque si pueden ser efectivos para aliviar la deficiencia de micro elementos. (3)

Normalmente se encuentran en forma de sulfatos o de quelatos. En el caso de los quelatos tienen adicionado un componente orgánico que altera la carga química del fertilizante para que la planta los pueda absorber de mejor manera. Entre ellos podemos mencionar los siguientes: EDTA, DTPA, HEDTA, EDDHA, los cuales son de origen sintético y los hay de origen orgánico natural, como los quelatados derivados de proteína vegetal hidrolizada. (3)

#### 2.4.1.2.3 Fertilizantes líquidos

Esta línea de productos ha sido diseñada básicamente para emplearse en sistemas de fertirrigación, aspersión y goteo. Comprenden de formulaciones específicas y ácidos base para las diferentes etapas de crecimiento del cultivo. Se elaboran con un balance específico que permite aportar una nutrición integral. Algunas de sus características son la pureza de sus ingredientes, aportan soluciones libres de cloro y sodio y su fácil y rápida absorción por las raíces y la planta. (3)

Los fertilizantes líquidos pueden emplearse en sistemas de fertirrigación, aspersión y goteo. Comprenden de formulaciones específicas y ácidos base para las diferentes etapas de crecimiento del cultivo. (3)

Reducir los costos de fertilización no reducirá el costo de la semilla, mano de obra, pesticidas o los impuestos, pero sí reducirá la tolerancia del cultivo al ataque de plagas y enfermedades, insectos, malezas y desarrollará la habilidad del cultivo para usar eficientemente el agua del suelo. (3)

#### 2.4.1.2.4 Fertilizantes solubles

En esta categoría se incluye una gran diversidad de productos granulados como urea, nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio, fosfato monoamónico (MAP), fosfato diamónico (DAP) y fosfato monopotásico (MPK). Estos elementos se utilizan para elaborar soluciones nutritivas a un costo razonable para su aplicación en campo abierto o sistemas bajo invernadero, en las cuales hay que considerar el grado de solubilidad y pureza de los materiales empleados. (3)

Otros conceptos a evaluar en la preparación de soluciones son la calidad y temperatura del agua, el efecto endotérmico y la compatibilidad, así también su ph y la presencia de carbonatos y bicarbonatos de calcio. También es importante saber elegir la fuente de fertilizante soluble, pues existen fuentes que son más solubles que otras y esto es un factor necesario a considerar al momento de realizar un programa de fertilización. (3)

#### 2.4.1.2.5 Algunas consideraciones sobre los fertilizantes

Los fertilizantes inorgánicos son productos industriales que contienen, en forma concentrada y fácilmente soluble, uno o varios de los elementos nutritivos que requieren las plantas. (1)

Las propiedades físicas y químicas que presentan los fertilizantes determinan su eficiencia para condiciones específicas de suelo y cultivo. En general, los fertilizantes se venden en sacos de 50 kg, aunque para ciertos productos se acostumbra producir empaques de 45 kg; en estos casos, la indicación está claramente señalada en el saco. (1)

La forma estandarizada de expresar el contenido de nutrimentos que tiene un fertilizante es porcentual. Esta concentración de nutrimento útil o asimilable presente en un determinado tipo de fertilizante y que es expresado como % en peso de la cantidad total es lo que se conoce como grado, concentración o riqueza de un fertilizante. (1)

El resto del producto que no son los nutrimentos señalados en la fórmula corresponde a: (1)

- a) La parte complementaria de los mismos, como son los cloruros, sulfatos, etc.;
  - b) Otras sustancias secundarias o balastre como Ca, elementos menores a otras impurezas;
- y

c) Materiales inertes de relleno, como pueden ser arena, arcilla y diatomita.

Las ventajas de los abonos de alta graduación es que el costo por unidad de fertilizante resulta mas bajo, el gasto por transporte, el espacio para almacenar y las necesidades de mano de obra para manipularlo son menores, y puede efectuarse una distribución mas rapida. En el caso que la cantidad a agregar sea muy baja, no sirve que el producto sea concentrado. (1)

Hay fertilizantes que aportan: (1)

- a Solo nutrimento, y se denominan simples o individuales
- b Varios (2, 3 o mas) nutrimentos a la vez, denominados formulas completas.

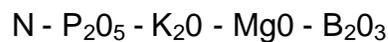
Dentro de estos últimos se distinguen: (1)

- a. Las mezclas físicas
- b. Las combinaciones químicas

Las mezclas físicas son productos mas fáciles de producir pues el proceso consiste en tomar cantidades definidas de fuentes individuales y mezclarlas físicamente, mientras que las combinaciones químicas implican procesos mas sofisticados en donde las fuentes individuales se solubilizan para lograr una homogenización total, y luego el producto se solidifica y granula. Las combinaciones químicas garantizan que cada particula de fertilizante contiene las concentraciones indicadas, mientras que en las mezclas físicas los granulos son cada uno de un producto individual, y segun su tamaño pueden distribuirse diferencialmente en el saco durante el almacenamiento: las particulas mas finas se mueven hacia el fondo y las gruesas quedan en la parte superior. Este fenomeno tiene repercusiones sobre la distribucion, homogeneamente deseada, del fertilizante en el campo, sin embargo, las evidencias practicas en el país, no demuestran efectos diferenciales entre el uso de ambas clases de fuentes. (1)

Más por tradición que por alguna razón científica, en las fórmulas fertilizantes, los elementos no son expresados como elementos puros, sino que se utilizan particulares formas de óxidos para referirse a cada uno de ellos. Hay que tener muy en cuenta dichas expresiones para hacer las conversiones correspondientes pues en algunos casos, como en el P, la expresión comercial dobla la del elemento puro. (1)

También, el orden de los nutrientes expresado en una fórmula fertilizante sigue normas convencionales, y corresponde a: (1)



Cualquier otro nutriente que se añada a una fórmula completa debe indicarse en forma independiente.

Hay fertilizantes en polvo, en cristal y granulados. La tasa de liberación de cualquier producto es inversamente proporcional al tamaño de la partícula, por lo tanto, tamaños mayores pueden asociarse con aprovechamientos más graduales, menor fijación y mayores facilidades de manejo. (1)

Los fertilizantes en polvo tienen la ventaja que se distribuyen mejor y ofrecen más superficie de reacción, sin embargo, se humedecen fácilmente y forman terrones durante el almacenamiento. Además el polvo se mete fácilmente en la nariz por lo que su aplicación resulta incómoda. Los fertilizantes granulados, en general, no se apelmazan, son más fáciles de manipular y su aplicación a mano o con maquinaria no presenta ninguna dificultad. (1)

Es especialmente importante la solubilidad de los diferentes fertilizantes en agua. A 20°C la situación para algunos productos es la siguiente: Sulfato de Amonio (754 g/L), Nitrato de Sodio (876 g/L), Urea (1033 g/L), Nitrato de Amonio (1875 g/L). Los productos más solubles son a su vez los que más se humedecen al almacenarlos, por lo tanto el que presenta los problemas extremos para esta característica es el Nitrato de Amonio. (1)

Puede darse incompatibilidad entre productos fertilizantes por calor y/o humedad, por producción de gas, compactación, higroscopicidad, etc. Tampoco son convenientes las aplicaciones conjuntas de Carbonato de Calcio con Superfosfatos, pues se forman fosfatos tricalcicos, ni las de Carbonato de Calcio con Amoniacales, pues se favorece la volatilización de estos últimos. (1)

También los fertilizantes, según su composición pueden acidificar o basificar o salinizar el medio. Se consideran fertilizantes de reacción ácida a los amoniacales, especialmente Sulfato de Amonio, Urea, Nitrato de Amonio y Fosfato de Amonio. En general los fertilizantes potasicos y el Superfosfato Triple presentan reacción neutra, y se consideran fertilizantes de reacción básica, al Nitrato de Sodio, de Calcio y de Potasio, y a la Roca Fosforica. Son salinizantes productos como el Cloruro de Potasio y el Nitrato de Amonio. Los Superfosfatos, en bajas cantidades, pueden ponerse junto con la semilla porque no tienen sales. (1)

Otras características como la consistencia del granulo, y la densidad son importantes en el almacenamiento y el transporte. (1)

#### 2.4.1.3 Síntomas de toxicidades nutrimentales

Los fenómenos de toxicidad nutricional raramente se presentan en forma natural, y en la mayoría de los casos se deben al uso inadecuado de productos agrícolas. Cuando los síntomas de toxicidad aparecen en las plantas, ya habrá tenido lugar una pérdida de desarrollo y del rendimiento final, incluso si se toman medidas correctivas de inmediato. La clave está en identificar y corregir la concentración excesiva del elemento antes de que los síntomas visuales sean evidentes. Esto se logra conociendo a fondo como y cuando estos problemas tienen más posibilidades de aparecer y con un programa refinado de análisis de suelos y tejidos vegetales. Los problemas de toxicidad nutricional ocurren exclusivamente con elementos menores. No es probable que elementos mayores o medios, aun usados en dosis mayores a las recomendadas ocasionen sintomatologías de toxicidad características. La influencia de sus excesos se da a nivel de interacciones con otros nutrientes. (1)

## 2.4.2 Marco referencial

La finca Salamá se encuentra ubicada en el Municipio de San Jerónimo, Departamento de Baja Verapaz. De la ciudad capital dista 147.5 kilómetros, a través de la carretera RN-17 que conduce a las Verapaces, la cual desprende de la carretera CA-9.

Dentro de la finca no se encuentra un sistema montañoso, pero al Norte, detrás del río Salamá, se encuentran una serie de cerros denominados “Las Carboneras”. La ubicación geográfica es 15°04´00” de Latitud Norte y 90°11´00” de Longitud Oeste.

De acuerdo con Holdridge (4), la zona de vida en que se encuentra ubicada la finca, es un bosque húmedo Subtropical Seco B-hs(S). Las precipitaciones medias oscilan entre los 720 y los 1100 mm al año. La temperatura oscila entre los 20 y los 26 grados centígrados promedio anual. Los vientos van de leves a moderados.

## 2.5 OBJETIVOS

### 2.5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de NPK en fase de germinación de plantas de pony (*Beaucarnea guatemalensis*). Finca Salamá, Baja Verapaz.

### 2.5.2 Objetivos Específicos

1. Establecer el efecto de NPK en la biomasa del tejido de plantas de pony (*Beaucarnea guatemalensis*) en fase de germinación 1.
2. Determinar la extracción de NPK que realizan las plantas de pony (*Beaucarnea guatemalensis*) en fase de germinación 1.
3. Establecer un plan de fertilización para plantas de pony (*B. guatemalensis*) para en la fase de germinación 1.

## 2.6 HIPÓTESIS

Es posible encontrar un programa de fertilización dentro de los tratamientos evaluados que proporcione buenos resultados en la fase de germinación 1 para la producción de pilones de pony (*Beaucarnea guatemalensis*).

## 2.7 METODOLOGÍA

### 2.7.1 Lugar y época

El experimento se realizará en la finca Salamá, que se encuentra ubicada en el Municipio de San Jerónimo, Departamento de Baja Verapaz, en el invernadero número 2 de la empresa Pony, S. A. Abarcará los meses de noviembre del 2005 a marzo del 2006.

### 2.7.2 Factores a evaluar

Los factores a evaluar fueron:

Factor A: Nitrógeno,

Factor B: fósforo y

Factor C: potasio

Cada uno de los cuales en tres dosis. El resumen se observa en el Cuadro 2.2

Cuadro 2.2. Niveles de Nitrógeno, fósforo y potasio evaluados.

ELEMENTO	DOSIS BAJA	DOSIS MEDIA	DOSIS ALTA
Nitrógeno	0	0.5	1
Fósforo	0	0.5	1
Potasio	0	0.5	1

### 2.7.3 Tratamientos

La combinación de los niveles de estos factores constituyeron los tratamientos evaluados, que se detallan en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.3. Tratamientos evaluados en etapa de germinación de plantas de pony (*Beaucarnea guatemalensis*)

Tratamiento	Niveles de Nitrógeno	Niveles de Fósforo	Niveles de Potasio
1	0	0	0
2	0	0	0.5
3	0	0	1
4	0	0.5	0
5	0	0.5	0.5
6	0	0.5	1
7	0	1	0
8	0	1	0.5
9	0	1	1
10	0.5	0	0
Tratamiento	Niveles de Nitrógeno	Niveles de Fósforo	Niveles de Potasio
11	0.5	0	0.5
12	0.5	0	1
13	0.5	0.5	0
14	0.5	0.5	0.5
15	0.5	0.5	1
16	0.5	1	0
17	0.5	1	0.5
18	0.5	1	1
19	1	0	0
20	1	0	0.5
21	1	0	1
22	1	0.5	0
23	1	0.5	0.5
24	1	0.5	1
25	1	1	0
26	1	1	0.5
27	1	1	1

#### 2.7.4 Diseño experimental

##### 2.7.4.1 Modelo estadístico

Se utilizó un diseño experimental bloques al azar, con arreglo combinatorio  $3^3$ , lo que dió veintisiete tratamientos. El número de repeticiones por tratamiento fue de tres. El modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + \alpha_{ij} + \alpha\tau_{ik} + \tau_{jk} + \alpha\tau_{ijk} + \beta_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, c$$

$$l = 1, 2, \dots, r$$

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta en la  $ijkl$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel de Nitrógeno

$\beta_j$  = Efecto de la  $j$ -ésimo nivel de fósforo

$\tau_k$  = Efecto de la  $k$ -ésimo nivel de potasio

$\alpha_{ij}$  = Efecto de la  $ij$ -ésima interacción de Nitrógeno y fósforo

$\alpha\tau_{ik}$  = Efecto de la  $ik$ -ésima interacción de Nitrógeno y potasio

$\tau_{jk}$  = Efecto de la  $jk$ -ésima interacción de fósforo y potasio

$\alpha\tau_{ijk}$  = Efecto de la  $ijk$ -ésima interacción de Nitrógeno, fósforo y potasio

$\beta_l$  = Efecto de la  $l$ -ésimo bloque

$\varepsilon_{ijkl}$  = Efecto del error experimental asociado a la  $ijkl$ -ésima unidad experimental

### 2.7.5 Unidad experimental

Se utilizaron bandejas germinadoras, con capacidad para 252 posturas. La unidad experimental será de 100 plantas, ubicadas en la parte central de la bandeja, a las cuales se les midieron las variables descritas posteriormente.

### 2.7.6 Croquis del experimento

Los tratamientos se distribuyeron en el invernadero en base al cuadro 2.3.

Cuadro 2.4. Distribución de tratamientos:

T19	T20	T3	T22	T5	T24	T7	T26	T9	T3	T11	T18	T17	T14	T16	T13	T15	T12
T1	T10	T21	T4	T23	T6	T25	T8	T27	T1	T21	T17	T3	T22	T15	T4	T23	T5
T19	T16	T2	T18	T12	T6	T13	T26	T14	T24	T8	T25	T20	T7	T27	T11	T10	T9
T10	T27	T9	T26	T8	T25	T7	T21	T16	T5	T15	T4	T14	T3	T13	T2	T12	T1
T20	T24	T19	T22	T18	T23	T17	T6	T3									

### 2.7.7 Variables respuesta.

#### a) Altura de la planta.

Se tomo la altura (cms) a 10 plantas desde la base del pilón hasta la punta de la hoja más larga.

#### b) Diámetro de bulbo.

Se tomo diámetro de bulbo (cms) a 10 plantas en la base del tallo.

#### c) Biomasa vegetal.

Al final del ensayo se arrancaron las plantas de las unidades experimentales para tomar el peso fresco total (gramos) por tratamiento. Luego se colocaron en un horno a temperatura de 60 °C para determinar peso de materia seca expresada en gramos / planta.

#### d) Extracción de N-P-K

El tratamiento con las mejores características de peso y altura se le realizo un análisis de tejido vegetal al final del experimento (12 semanas), para determinar la extracción de Nitrógeno, fósforo y potasio que la planta realizo durante la fase de germinación. Para el N se utilizo la Metodología de Semimicro Kjeldalh; para el P-K la Metodología de Combustión Seca y determinación por el Método de Absorción Atómica. La extracción de N-P-K se expreso en gramos de materia seca.

## 2.7.8 Manejo del experimento

### a) Recolección de semilla:

La empresa realiza la compra de semilla en los meses de julio a septiembre; es colectada por proveedores en todo el territorio nacional. La compra se hace por libra de semilla y se trata de clasificar lo más homogéneo posible en cuanto a características físicas, también se clasifica de acuerdo a la región de procedencia.

### b) Secado de semilla:

Se secó la semilla en mesas elevadas, hechas de malla fina para que ingresara aire por debajo de la cama, con la finalidad que el secado sea homogéneo, por arriba y por abajo.

### c) Pelado de la semilla:

Luego de dos semanas de secado se procedió a pelar la semilla (retiro manual del árido). Se clasificaron en deshidratadas, podridas y aptas para la siembra, siendo éstas últimas las que se tomaron para el proceso de siembra.

### d) Desinfección de semilla:

Después de este procedimiento se desinfecto la semilla con un fungicida, el tratamiento duro 1 hora.

### e) Preparación de bandejas:

Se utilizaron bandejas de 252 posturas. Las bandejas se desinfectaron con hipoclorito de sodio a razón de 3 grs/litro de agua. Se utilizo como sustrato pot ground previamente cernido, para evitar partículas grandes que interfieran con el crecimiento de raíces. El llenado de las bandejas fue manual. El análisis químico del pot ground se presenta en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.5. Análisis químico de pot ground. Salamá, 2006.

pH	Ppm		Meq/100 gr		ppm			
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
6.2	58.12	265	10.30	0.87	1.50	2.50	17.50	5

f) Riego de las bandejas:

Antes de sembrar se aplico un riego manual con nebulizador hasta mojar totalmente el sustrato.

g) Siembra de la semilla:

Al día siguiente de la desinfección, la semilla fue sembrada. Se colocaron dos semillas por postura. Las semillas se cubrieron con pot ground, insecticida y vermiculita, en tres capas y en este orden, para llenar la celda del plug. Después de llenar y sembrar las bandejas, estas se colocaron en la cama, donde se llevo a cabo toda la fase de germinación 1.

h) Germinación de semilla:

A las 4 semanas se alcanza el máximo de germinación, según registros de la empresa (aproximadamente 80%). En este punto se seleccionaron 100 plantas por bandeja, es decir, por cada repetición de cada tratamiento.

i) Riego:

Todo el riego se hizo a mano, una o dos veces diarias por 15 minutos, utilizando nebulizador. Esto de la semana 1 a la 8 y de la semana 9 a 12 con pichacha, una o dos veces al día.

j) Desmalezado:

Se hizo semanalmente de forma manual, cuidando no dañar la semilla o la planta.

**k) Control de plagas:**

Se colocaron trampas sobre la cama utilizada para el experimento. El modelo y sistema de manejo fue el que la empresa ha definido. Cuando el número de insectos de la principal plaga de pony, Fungus Gnat (*Bradysia spp*), es superior a  $5/25 \text{ cm}^2$ , se realiza una aplicación química. Las inspecciones de trampas fueron a diario y con base a los resultados se decidió las aplicaciones de control. Por debajo de la cama se aplicó un insecticida para el control Fungus Gnat (*Bradysia spp*), una vez por semana.

**l) Registro de temperatura y humedad relativa:**

Se tomaron lecturas 3 veces al día, a las 7, 12 y 16 horas de una forma estándar. Se calibraron los aparatos de medición los días viernes. Las gráficas se observan en los anexos, y Figura 2.9

**m) Aplicación de los tratamientos:**

La cantidad de N-P-K a aplicar por cada tratamiento se dividió en las 12 semanas que duró el experimento, las aplicaciones fueron semanales.

La fuente nitrogenada propuesta es 46-0-0. Para 0.5 gr. de Nitrógeno total, se aplicaron 0.042 gr. de Nitrógeno/semana; del producto comercial se utilizaron 0.09 gr./planta/semana. La unidad experimental consistió en 100 plantas, pero se aplicó la solución a las 252 posturas de la bandeja, para evitar el efecto de borde; es decir se aplicaron 23 gr. de producto comercial por bandeja. Esto se diluyó en 500 ml. de agua para preparar la solución a aplicar por bandeja. Para 1 gr. total de Nitrógeno, se aplicaron 0.083 gr. de Nitrógeno/semana; del producto comercial se aplicaron 0.18 gr./planta/semana, utilizando 45 gr. de producto comercial por bandeja, diluidos en 500 ml. de agua.

La fuente de fósforo propuesta es 0-20-0. Para 0.5 ml. de fósforo total se aplicaron 0.042 ml. de fósforo/semana; del producto comercial se utilizaron 0.2 ml./planta/semana; 52 ml. de producto comercial por bandeja, diluido en 500 ml. de agua. Para 1 ml. total de fósforo se aplicaron 0.083 ml. de fósforo/semana; del producto comercial se aplicó 0.4 ml./planta/semana, 104 ml. por bandeja, diluida en 500 ml. de agua.

La fuente de potasio propuesta es 0-0-60. Para 0.5 gr. de potasio total se aplicaron 0.042 ml. de potasio/semana; se utilizaron 0.07 gr. de producto comercial/planta, 18 gr. de producto comercial por bandeja, diluida en 500 ml. de agua. Para 1 gr. de potasio total se aplicaron 0.083 ml. de potasio/semana; se utilizaron 0.14 gr. de producto comercial/planta, 35 gr. de producto comercial por bandeja, diluida en 500 ml. de agua.

Las aplicaciones se hicieron con atomizador manual, (ver Figura 2.1) tratando de mojar todas las plantas de la bandeja experimental y también el sustrato.

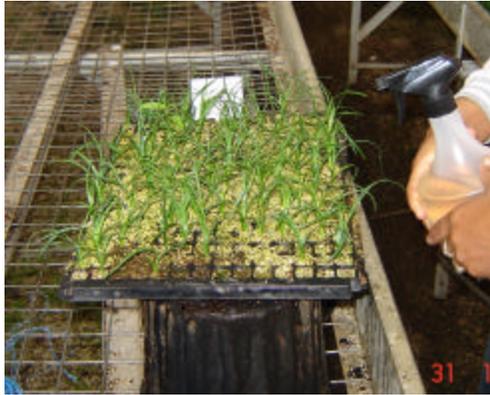


Figura 2.1. Aplicación de los tratamientos.

#### n) Recursos

1. Bandejas: las bandejas plásticas tienen 252 hoyos. El tamaño es de 28cm x 36 cm. el tamaño del plug es de 1.5 cm. x 1.5 cm. arriba y de 0.8 cm. x 0.8 cm. abajo. la altura del plug es de 2.5 cm.
2. Sustrato: el medio fue pot ground.
3. Mesas: las mesas fueron de las medidas siguientes:
  - i. Largo: 19.76 mt en un lado y de 15.63 mt en el otro.
  - ii. Ancho: 1.83 metros ancho.
  - iii. Altura: 78 cm.
4. Termómetro e hidrómetro
5. Invernadero

#### 2.7.9 Análisis de la información

Para el arreglo combinatorio del diseño, se utilizó el modelo propuesto anteriormente.

Las variables biomasa de tejido vegetal (grs./planta), altura (cms /planta), diámetro de bulbo (cms /planta) y extracción de N-P-K (grs./materia seca), fueron sometidas a un Análisis de Varianza –ANDEVA-, verificando previamente la homogeneidad de varianzas y normalidad de los datos de campo. Se utilizó un nivel de significancia del 5%. Los ANDEVA indicaron que existieron diferencias significativas, por esto se procedió a realizar una prueba múltiple de medias, utilizando la metodología propuesta por DUNCAN. El nivel de significancia fue del 5%.

## 2.8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.8.1 Altura de planta.

El análisis de varianza para la altura de planta se presenta en el cuadro 2.6. Se observa que existieron diferencias *únicamente* para los diferentes niveles de Nitrógeno.

Cuadro 2.6. Análisis de varianza para altura de planta cm

FUENTE	GL	SC	CM	VALOR F	Pr>F
Bloque	2	65.61	32.80	6.55	0.0029
N	2	46.09	23.04	4.60	<b>0.0145*</b>
P	2	14.36	7.18	1.43	0.2479
K	2	6.82	3.41	0.68	0.5108
N*P	4	35.37	8.84	1.76	0.1501
N*K	4	27.45	6.86	1.37	0.2573
P*K	4	23.27	5.82	1.16	0.3387
N*P*K	8	54.66	6.83	1.36	0.2345

C.V. : 13.92%

En el cuadro 2.7 se muestra la prueba de medias aplicada a los diferentes niveles de Nitrógeno. El nivel alto y medio de Nitrógeno (0.1 grs. y 0.5 grs. /100 plantas) dan alturas estadísticamente iguales. Puede utilizarse cualquiera de estos niveles para obtener plantas con mayor altura en la fase germinación I.

Cuadro 2.7. Prueba de medias para altura de planta para el factor Nitrógeno

DOSIS N	MEDIA (cms)	GRUPO DUNCAN
Alta	16.98	A
Media	16.83	A B
Baja	16.13	B

En la siguiente foto se pueden observar las plantas pertenecientes a la repetición uno del tratamiento 27, el cual tuvo las dosis más altas de NPK.

Se nota su mejor desarrollo en cuanto al tamaño de las hojas y su vigorosidad, así como el color que refleja que será una planta de calidad.



Figura 2.2. Aspecto de las plantas a las que se les aplicó las dosis altas de N-P-K.

En la figura 2.3 se puede apreciar el aspecto de las plantas del tratamiento 1 de la repetición 1. Este tratamiento constituye el testigo del experimento pues no recibió fertilización de NPK.

Se observa que tienen un menor desarrollo y vigorosidad que las plantas que tuvieron las más altas dosis y además presentan un color amarillo.



Figura 2.3. Aspecto de las plantas a las que se les aplicó las dosis bajas de N-P-K. En la siguiente foto se presenta la forma en que se tomó la altura de las plantas, en este caso es para el tratamiento que recibió las dosis más altas de NPK.



Figura 2.4. Largo de planta obtenido con dosis altas de N-P-K.

Al igual que en la figura 2.4, en la figura 2.5 se muestra como se tomó la altura de las plantas que pertenecen al tratamiento testigo. En estas dos fotos se puede apreciar la diferencia de altura entre ambos tratamientos



Figura 2.5. Largo de planta obtenido con dosis bajas de N-P-K.

### 7.1 Diámetro de bulbo

El análisis de varianza para diámetro de planta se presenta en el cuadro 2.8. Se observa que existieron diferencias para los diferentes niveles de Nitrógeno, fósforo y la interacción fósforo-potasio.

Cuadro 2.8. Análisis de varianza para diámetro de bulbo en cm.

FUENTE	GL	SC	CM	VALOR F	Pr>F
Bloque	2	0.0083	0.0041	2.38	0.1027
N	2	0.0239	0.0120	6.86	<b>0.0023*</b>
P	2	0.0123	0.0062	3.52	<b>0.0368*</b>
K	2	0.0016	0.0008	0.47	0.6295
N*P	4	0.0078	0.0019	1.12	0.3574
N*K	4	0.0072	0.0018	1.03	0.4025
P*K	4	0.0196	0.0049	2.81	<b>0.0349*</b>
N*P*K	8	0.0143	0.0018	1.02	0.4304

C.V. : 10.92%

El cuadro 2.9 presenta la prueba de medias realizada para Nitrógeno. Esto indica que con el nivel alto de Nitrógeno se obtiene un mayor diámetro de bulbo

Cuadro 2.9. Prueba de medias para diámetro de bulbo para el factor Nitrógeno

DOSIS	MEDIA (cms)	GRUPO DUNCAN
Alta	0.41	A
Media	0.38	B
Baja	0.37	B

. Para el fósforo la prueba de medias, que aparece en el cuadro 2.10, indica que se obtuvieron diámetros estadísticamente iguales al aplicar el nivel alto o medio. Económicamente el nivel medio sería más recomendable. Sin embargo el análisis debe realizarse en conjunto.

El diámetro de planta es importante debido a que es en esta parte de la planta en donde se desarrolla el bulbo. Esta es una característica esencial de esta ornamental, ya que es lo que la hace atractiva para el mercado.

Cuadro 2.10. Prueba de medias para diámetro de bulbo para el factor fósforo

DOSIS	MEDIA (cms)	GRUPO DUNCAN
Alta	0.40	A
Media	0.38	A B
Baja	0.37	B



Figura 2.6. Diámetro de planta obtenido con dosis altas de N-P-K.

En las figuras 2.6 y 2.7 se puede observar la forma en que se tomó el diámetro de las plantas del tratamiento con las dosis más altas de NPK así como del tratamiento testigo que no recibió NPK. Se aprecian las diferencias que se presentaron en dicha variable.

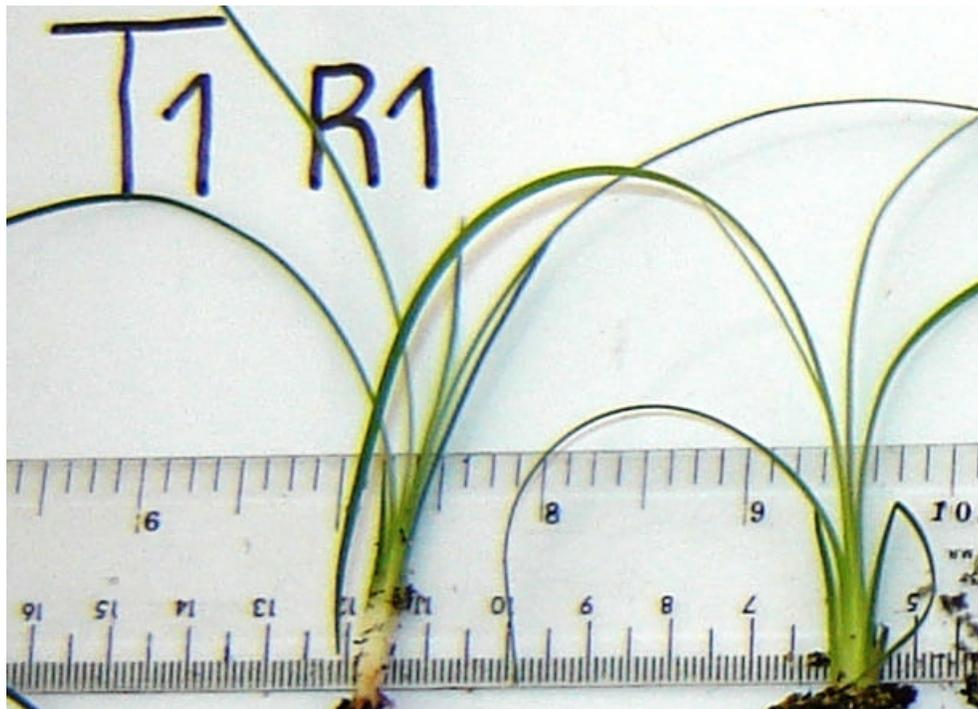


Figura 2.7. Diámetro de planta obtenido con dosis bajas de N-P-K.

## 7.2 Biomasa de tejido vegetal.

### a. Peso fresco.

El análisis de varianza para peso fresco presentado en el cuadro 2.11 indica que existieron diferencias para los diferentes niveles de Nitrógeno, fósforo, la interacción Nitrógeno-fósforo y fósforo-potasio.

Cuadro 2.11. Análisis de varianza para peso fresco (gr.) a diferentes dosis de N-P-K.  
Salamá, 2006.

FUENTE	GL	SC	CM	VALOR F	Pr>F
Bloque	2	704.45	352.22	8.61	0.0006
N	2	3269.90	1634.95	39.97	<b>0.0001*</b>
P	2	87.70	43.85	1.07	0.3498
K	2	1128.16	564.08	13.79	<b>0.0001*</b>
N*P	4	646.61	161.65	3.95	<b>0.0071*</b>
N*K	4	111.14	27.78	0.68	0.6095
P*K	4	567.84	141.96	3.47	<b>0.0138*</b>
N*P*K	8	276.74	34.59	0.85	0.5674

C.V. :8.87%

Los pesos más altos se obtuvieron con la dosis alta de Nitrógeno. En el caso del potasio la prueba de medias indicó que estadísticamente se obtienen los mismos pesos al aplicar la dosis alta o media de potasio. Las pruebas de medias respectivas aparecen en los cuadros 2.12 y 2.13.

Cuadro 2.12. Prueba de medias para peso fresco para el factor Nitrógeno

DOSIS	MEDIA (grs)	GRUPO DUNCAN
Alta	79.64	A
Media	72.54	B
Baja	64.09	C

Cuadro 2.13. Prueba de medias para peso fresco para el factor potasio.

DOSIS	MEDIA (grs)	GRUPO DUNCAN
Alta	75.18	A
Media	74.24	A
Baja	66.84	B

b. Peso seco.

El análisis de varianza para peso seco en el cuadro 2.14 indica que existieron diferencias para los diferentes niveles de Nitrógeno. La dosis alta de Nitrógeno fue con la que se obtuvo mayor peso seco.

Cuadro 2.14. Análisis de varianza para peso seco de 100 plantas en gramos

FUENTE	GL	SC	CM	VALOR F	Pr>F
Bloque	2				
N	2	90.28	45.14	11.30	<b>0.0001*</b>
P	2	0.79	0.40	0.10	0.9055
K	2	17.64	8.82	2.21	0.1197
N*P	4	3.38	0.85	0.21	0.9307
N*K	4	12.43	3.11	0.78	0.5439
P*K	4	5.17	1.29	0.32	0.8610
N*P*K	8	6.48	0.81	0.20	0.9892

Cuadro 2.15. Prueba de medias para peso seco de 100 plantas para el factor Nitrógeno

DOSIS N	MEDIA (grs)	GRUPO DUNCAN
Alta	15.13	A
Media	13.44	B
Baja	12.59	B

### 7.3 Concentración de N-P-K

Los análisis de N-P-K se realizaron únicamente en los tratamientos que dieron los resultados más altos y más bajos en las variables respuesta propuestas.

En el cuadro 2.16 se observan los resultados de estos análisis, las diferencias parecen ser mínimas.

Cuadro 2.16. Comparación de niveles de N-P-K en dos tratamientos

TRAT.	%					Ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
Test. (T1)	1.35	0.44	2.69	0.88	0.14	575	5	75	100	25
T27	1.45	0.55	3.63	0.94	0.16	725	5	85	125	35

Se puede observar el efecto de la concentración de N-P-K, sobre el tejido vegetal, lo que puede influenciar para obtener plantas más vigorosas.

Se observa el incremento de N-P-K en la absorción de nutrientes. Se puede observar el aporte del sustrato así como de los fertilizantes aplicados, aunque esto no influyó en la producción de materia seca.

## **2.9 CONCLUSIONES**

1. Si hubo respuesta a la aplicación de N-P-K, sin embargo el efecto fue mayor para Nitrógeno.
2. El efecto de P y K fue mínimo, lo cual se puede deber al contenido de los mismos en el sustrato.
3. Se puede decir que el Nitrógeno tiene influencia en el desarrollo de la planta, se observa que los niveles más altos favorecen a una mayor altura, mayor diámetro y mayor peso fresco.
4. El tratamiento que dio mejores resultados fue la dosis alta de
5. Nitrógeno (0.5 grs./100 plantas), dosis media de fósforo (0.1 grs./100 plantas) y dosis media de potasio (0.1 grs./100 plantas).
6. Los resultados más bajos en las variables evaluadas se obtuvieron cuando no se aplicó N-P-K.

## **2.10 RECOMENDACIONES**

- 1 En la fase de germinación I, se recomienda utilizar la dosis alta de Nitrógeno (0.5 gr./100 plantas), dosis media de fósforo (0.1 gr./100 plantas) y dosis media de potasio (0.1 gr./planta) , haciendo las aplicaciones dirigidas al follaje divididas en 8 veces durante el ciclo de 12 semanas que dura dicha fase.
- 2 Continuar las investigaciones sobre fertilización en la fase de germinación I, dándole énfasis al elemento Nitrógeno, en dosis más altas y en mayor frecuencia.

## 2.11 BIBLIOGRAFÍA

1. California Fertilizar Association, US. 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. México, Noriega. 297 p.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, según el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Flores V, EM. 1998. La planta estructura y función. 2 ed. Costa Rica, Tecnológica de Costa Rica. 504 p.
4. Galiano, F. 1972. El análisis foliar como técnica de diagnóstico de las necesidades nutritivas de las plantas. *In* Coloquio de Suelos (2., 1972, Ecuador). El uso de Nitrógeno en el trópico. Ecuador. Suelos Ecuatoriales 4(1):421-433.
5. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento, según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000. 4 hojas.
6. Roblero De León, S. 2003. Informe de las actividades realizadas en el cultivo del pony (*Beaucarnea recurvata*) finca Maya Lorena, San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 37 p.
7. Rojop Chávez, RC. 2003. Actividades agrícolas en pony (*Beaucarnea recurvata*) para producir pilones en invernaderos, San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala, Escuela Nacional Centra de Agricultura. 33 p.
8. Silvestre Solís, JJ. 2002. Evaluación de cuatro frecuencias de desmalezado en pilones de pony (*Beaucarnea recurvata*), en la finca MOGO,S.A., San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 29 p.

## 2.12 ANEXOS

Anexo 2.1. Boleta de medición de variables.

Tratamiento	Repetició	Biomasa de tejido vegetal aéreo (grs./planta)	biomasa radical (grs./planta)	extracción de N-P-K (grs./materia seca)
1	I			
	II			
	III			
2	I			
	II			
	III			
3	I			
	II			
	III			
...	I			
	II			
	III			
25	I			
	II			
	III			
26	I			
	II			
	III			
27	I			
	II			
	III			

Anexo 2.2. Cronograma de actividades.

No.	Actividad / Mes	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recolección de semilla	■																			
2	Secado de semilla	■	■																		
3	Pelado de semilla			■																	
4	Desinfección de semilla			■																	
5	Preparación y riego de bandejas			■																	
6	Siembra			■																	
7	Germinación			■	■	■	■														
8	Selección de plantas para el experimento					■															
9	Fase de experimentación					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
10	Aplicaciones de riego			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
11	Monitoreo y control de plagas			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
12	Desmalezado					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
13	Registro de temperatura y humedad relativa			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
14	Toma de datos																	■			
15	Análisis de la información																		■	■	■
16	Elaboración de informe																				■

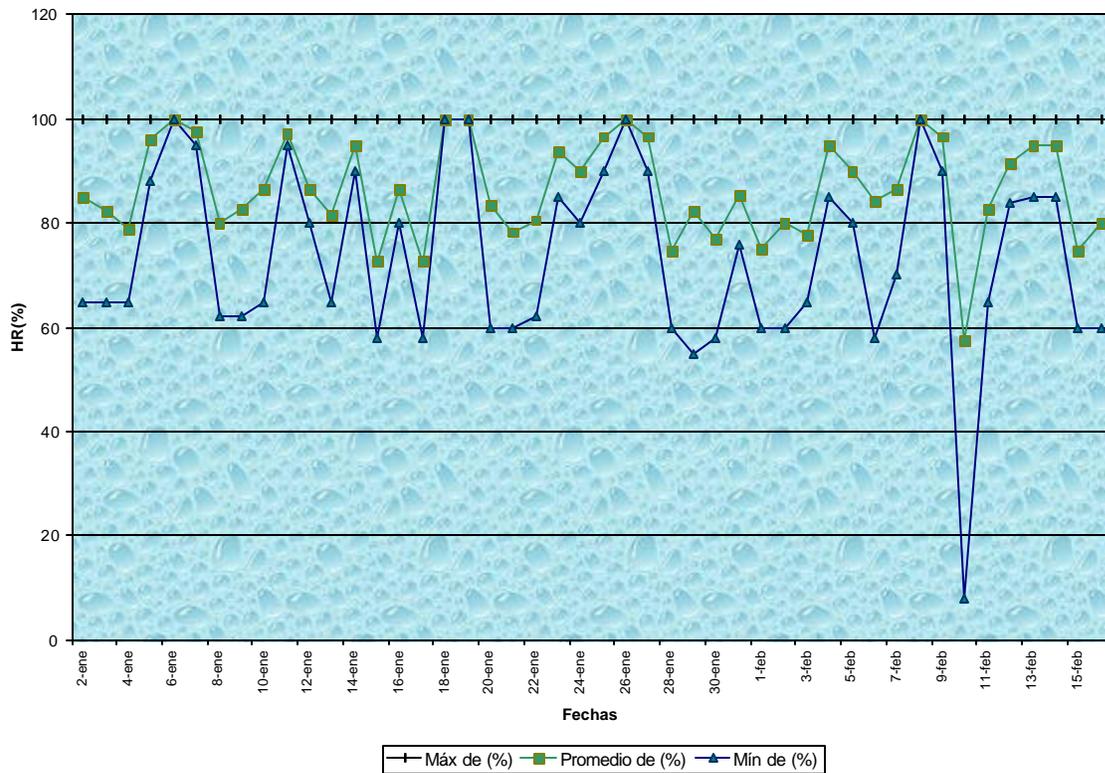


Figura 2.8. Comportamiento de la humedad relativa (%) durante el ensayo. Año 2006

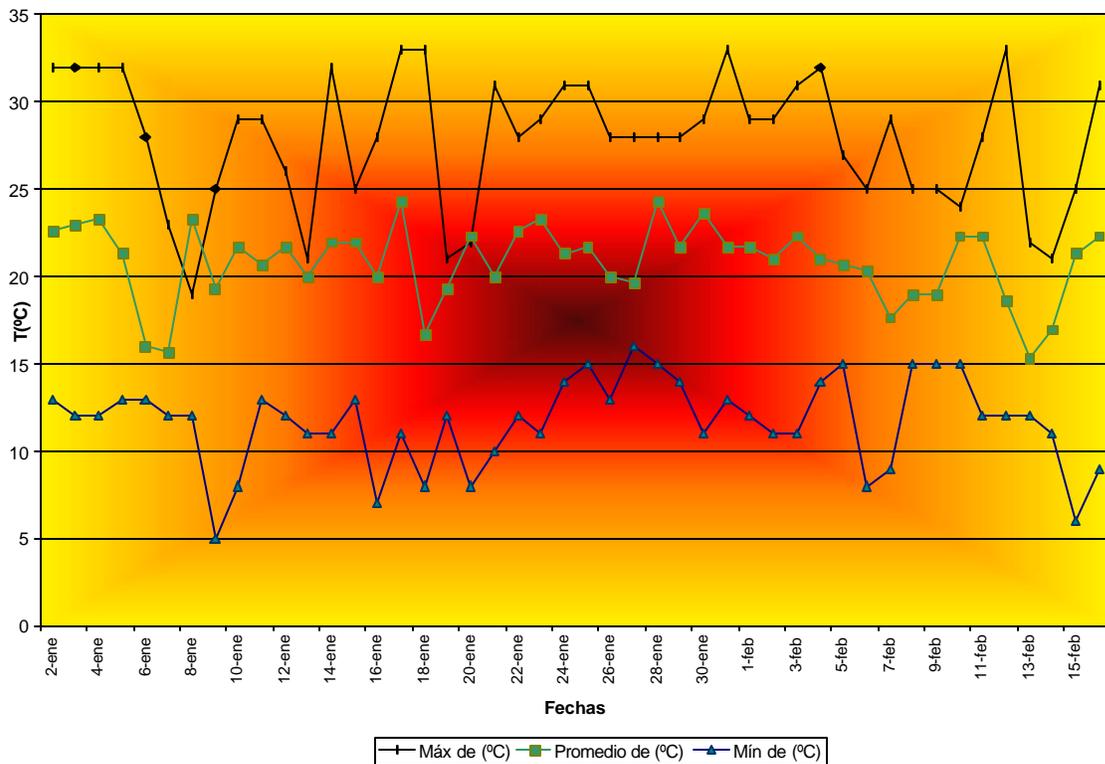


Figura 2.9. Comportamiento de temperatura (°C) durante el ensayo. Año 2006

CAPITULO III. Servicios prestados en la empresa PONY S.A. en el cultivo de pony (*Beaucarnea sp.*). Finca Salamá, San Jerónimo, Baja Verapaz.

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

La producción y exportación de *Beaucarnea sp.* es la principal actividad que se realiza en la empresa PONY, S.A. la cual esta ubicada en el Km. 147.5 carretera que conduce a Salamá.

Basado en el diagnostico realizado en el departamento de pilones de esta empresa surgieron los siguientes servicios:

1. Servicio 1. Evaluación de ocho técnicas para el escarificado de semilla de pony. El objetivo de este servicio era proponer soluciones para el problema de la baja germinación de la semilla utilizando una combinación de métodos físicos y químicos para escarificar la semilla.
2. Servicio 2. Plan de manejo de fungus gnat. El objetivo era proponer un plan de manejo de esta plaga, para esto se incluyeron algunos parámetros para el monitoreo de la plaga, y se sugieren algunas prácticas de control cultural y químico.
3. Servicio 3. Elaboración de bokashi con desechos de plantas de pony. Este servicio propone una solución a dos problemas diferentes en la empresa. El primero surge del diagnostico en el departamento de pilones en el cual se propone elaborar un plan de fertilización para las plantas. El segundo es el problema de los desechos de las plantas de rechazo de la empresa. Con este servicio se aprovechan estos desechos en la elaboración de un abono orgánico que podrá servir en el futuro en el departamento de pilones, como fertilizante o como sustrato.

### **3.2 MARCO REFERENCIAL**

Los servicios se realizaron en la Finca Salamá, la cual se encuentra ubicada en el Municipio de San Jerónimo, en el Departamento de Baja Verapaz. De la ciudad capital dista 147.5 kilómetros, a través de la carretera RN-17 que conduce a las Verapaces, la cual desprende de la carretera CA-9. La ubicación geográfica es 15<sup>0</sup> 04' 00" de Latitud Norte y 90<sup>0</sup>11' 00" de Longitud Oeste.

Según Holdrige (1982) la zona de vida en donde se encuentra la Finca Salamá pertenece al Bosque Húmedo Subtropical Seco B-hs(S); en donde las precipitaciones se encuentran entre 720 y 1100 mm al año y la temperatura esta entre los 20 y los 26 grados centígrados, en promedio anual. Los vientos van de leves a moderados.

3.3 SERVICIO 1. Evaluación de 8 técnicas de escarificación de semilla de pony (*Beucarnea guatemalensis*) en la finca “Salamá”, San Jerónimo, Baja Verapaz.”

### 3.3.1 OBJETIVOS

#### 1 OBJETICO GENERAL

Implementar nuevas técnicas que ayuden al aumento de la germinación de la semilla de *Beucarnea sp.* en la Finca Salamá

#### 2 OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar si alguno de los tratamientos aumenta la germinación de semilla.

### 3.3.2 REVISION DE LITERATURA

En la literatura se encuentran técnicas que son húmedas y otras secas las cuales se pueden evaluar en esta especie de planta para ver si funcionan o no. Entre las técnicas en seco están uso de calor seco, energía de microondas, por impacto, por percusión y escarificación manual o mecánica. En las técnicas en húmedo están uso de agua hirviendo o caliente, de ácidos, solventes orgánicos y alcoholes.

Cuando la latencia se debe a cubiertas impermeables de la semilla, el tratamiento pre-germinativo puede ser:

- 1 L escarificación: mecánica o con ácidos
- 2 El remojo en agua o en solventes tales como: éter, alcohol o acetona.

#### 3.3.2.1 Escarificación mecánica.

Se lleva a cabo cuando la semilla posee una cutícula muy dura, se puede realizar de varias maneras:

- 1 A mano, haciendo rotar o batiendo las semillas en un cilindro forrado con papel lija.
- 2 Batiendo en mezcladoras de cemento que contengan arena gruesa o grava fina.

Este método tiene la ventaja de que es efectivo para varias especies, no se requiere control de temperatura, no da riesgo alguno para el operador y se pueden sembrar las semillas inmediatamente, pero por el contrario ofrece las desventajas de utilizar un equipo especial, las semillas deben estar libres de resinas o pulpas suaves y a menudo son susceptibles a ataques de organismos patógenos.

### 3.3.2.2 Escarificación física.

La escarificación tiene por finalidad lijar el tegumento de la semilla para permitir la absorción del agua. La escarificación física puede hacerse a mano, especialmente para fines de laboratorio, o empleando máquinas diseñadas especialmente.

### 3.3.2.3 Escarificación con ácidos.

Las semillas con cubiertas, de suaves a moderadamente duras, se remoja en agua de 1 a 5 días previamente a la escarificación con ácidos, lo cual ayuda a suavizar las cubiertas impermeables.

El ácido más comúnmente usado es el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) en soluciones concentradas al 95% pero más usualmente del 50% durante 15-60 minutos. Para esto se extienden las semillas en una capa gruesa se vierte el ácido moviéndolas a manera que queden bien húmedas, luego del tiempo requerido para cada especie, se lavan o se secan completamente al aire.

Este método ofrece la ventaja siguiente: es efectivo para muchas especies, no requiere equipo especial, el costo es relativamente bajo, luego del tratamiento es posible almacenar la semilla hasta 30 días máximo antes de la siembra, sin que sufran danos, las plántulas resultantes están en ciertos casos resistentes a ataques patógenos. En cambio ofrece las desventajas siguientes:

- a. Es necesario conocer el tiempo de duración y concentraciones para cada especie.

- b. Debe controlarse la temperatura, especialmente cuando se trabaja con gran cantidad de semilla.
- c. El manejo del ácido requiere cuidados por parte del operador, para evitar accidentes.

#### 3.3.2.4 Remojamiento

Este puede hacerse sometiendo la semilla en agua a temperatura ambiente durante algunas horas o bien en agua hirviendo, dejando la semilla hasta que se enfríe. El agua hervida provoca que se separe la cutícula y a veces parte de la capa palizada del tegumento de la semilla y puede interrumpir con eficacia el reposo (FAO, 2005)

En general todas las semillas ablandadas con agua, sea caliente o fría no debe secarse, al contrario, es aconsejable sembrarlas inmediatamente. Como ventajas de este método se tienen:

1. Fácil de aplicar
2. Económico
3. No es necesario un equipo sofisticado
4. Es mucho más efectivo para la mayoría de especies.

Como desventaja se tiene: que los resultados obtenidos no son siempre constantes dentro de la misma especie.

#### 3.3.2.5 Peróxido de hidrógeno (Agua oxigenada)

Son muchas y diversas las sustancias químicas que se han ensayado experimentalmente para tratar de romper la latencia interna de la semilla. Entre ellas figuran el ácido giberélico, el ácido cítrico, el peróxido de hidrógeno y otros.

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) tiene un efecto de estimulación de la germinación de las semillas, y se ha utilizado en la parte occidental de los Estados Unidos en un ensayo rápido de germinación de varias coníferas (Bonner 1974). Se dejan las semillas en remojo durante toda la noche en  $H_2O_2$  al uno por ciento.

### 3.3.2.6 Agente tensoactivo o “surfactante”

El detergente realiza un papel similar al del jabón. Facilita la tarea del agua al conseguir que esta moje mejor los tejidos, así también separa la suciedad de los tejidos e impide que esta se deposite de nuevo. Se podría atribuir la misma función en la semillas, ya que estando en remojo permite que la semilla se hidrate y se rompa el tegumento por medio de las enzimas y agentes coadyuvantes que permiten que éste se ablande.

### 3.3.3 Tratamiento secos.

#### a. Calor seco

A las semillas se les puede penetrar aplicando calor seco, frecuentemente colocándolas en un horno mantenido a una temperatura deseada (por ejemplo, Aveyard 1968). El calor seco ha sido generalmente menos eficaz que los tratamientos con agua caliente o por escarificación, pero la experiencia con legumbres agrícolas (Mott *et al* 1982) sugiere que puede mejorarse la germinación de la semilla expuesta durante tiempos breves a temperaturas muy altas (por ejemplo, a 155°C durante 15 a 20 segundos).

#### b. Energía de microondas

Se trata de una técnica de reciente desarrollo por la cual las semillas se calientan con energía de microondas. Grandes cantidades de semilla pueden ser tratadas con tiempos de exposición desde 20 segundos hasta 4 minutos. La técnica tiene un efecto similar al del agua hirviendo, pero las semillas se mantienen secas. Tiene el inconveniente de que se necesitan equipos especiales. Esta técnica está en pleno proceso de evolución (Tran 1979; Tran y Cavanagh 1979).

## 3.3.3 PLAN DE EJECUCIÓN

### 3.3.3.1 Ubicación del experimento.

El experimento se realizó en la Finca Pony S.A. ubicada en Salamá.

### 3.3.3.2 Material y Equipo.

#### Material:

- 1 Bandejas plásticas
- 2 Sustrato tierra negra/piedra pomez
- 3 Semilla de pony
- 4 Peróxido de hidrógeno
- 5 Jabón en polvo

#### Equipo:

- 1 Estufa de gas
- 2 Termómetro digital

### Tratamientos

La semilla utilizada procede de uno de los proveedores de la empresa

Testigo absoluto: No Escarificada

Testigo relativo: Escarificando la semilla de forma manual

Tratamiento 1: No Escarificada, Peróxido de hidrógeno al 3% (rel. 1:1) + 30 minutos.

Tratamiento 2: No Escarificada + Agua caliente a 60°C + 2 minutos.

Tratamiento 3: No Escarificada + Agua + Jabón 1% + 20 minutos.

Tratamiento 4: No Escarificada + Horno microondas + 15 segundos.

Tratamiento 5: Escarificada + Peróxido de hidrógeno al 3% (rel. 1:1) + 30 minutos.

Tratamiento 6: Escarificada + Agua caliente a 60°C + 2 minutos.

Tratamiento 7: No Escarificada + Agua + Jabón 1% + 20 minutos.

Tratamiento 8: No Escarificada + Horno microondas + 15 segundos. (Ver Figuras 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13).



Figura 3.10. Semilla tratada con Peróxido de hidrógeno.



Figura3.11. Semilla tratada con horno microondas.

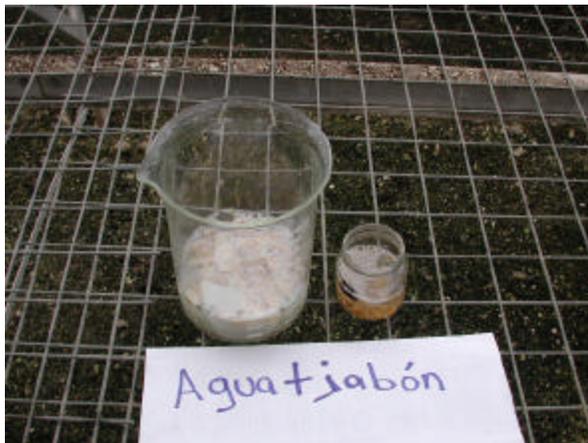


Figura 3.12. Semilla tratada con agua + jabón



Figura 3.13. Semilla tratada con agua caliente.

### 3.3.3.3 Variables evaluadas

#### Porcentaje de germinación:

El porcentaje de germinación se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\%G = 100 * \text{Plantas germinadas} / \text{Plantas totales sembradas}$$

El conteo de plantas germinadas se realizó cuatro semanas después de la siembra.

### 3.3.4 Resultados y discusión.

En el cuadro 3.17 presentan los resultados obtenidos para cada tratamiento, los cuales fueron representados gráficamente con la figura 16.

Cuadro 3.17. Porcentajes de germinación obtenidos con los tratamientos.

CODIGO DE TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)
Ta	30
T1	40
T2	35
T3	49
T4	1
Tr	60
T5	75
T6	72
T7	74
T8	2

En la figura 3.14 se puede observar que el tratamiento con el mayor porcentaje de germinación (75%) se obtuvo al escarificar la semilla y sumergirla durante 30 minutos en peróxido de hidrógeno al 3% (T5). La diferencia con los tratamientos 6 y 7 es tan solo de un 1-2%. Se considera que el detergente por sus propiedades enzimáticas y agentes coadyuvantes suavizan el tegumento permitiendo la hidratación de la semilla y la fácil germinación del embrión. Por otro lado el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) tiene un efecto de estimulación de la germinación de las semillas al igual que el agua caliente provoca que se rompa el tegumento de la semilla y se pueda interrumpir el reposo (FAO, 2005). Por lo que podría utilizarse cualquiera de los tres métodos, sin embargo el tratamiento 6 tiene varios inconvenientes:

- a. Temperatura del agua: es difícil mantener una temperatura constante para evitar que el embrión se quemé.
- b. Complejidad: Para implementar este tratamiento el personal debe entender la importancia de mantener la temperatura adecuada y saber manipular un termómetro. Además debe tenerse un lugar específico en donde pueda aplicarse el tratamiento.
- c. Energía: Para calentar el agua deberá recurrirse a alguna fuente de energía, ya sea gas natural o energía eléctrica. Ninguna de las dos fuentes es un recurso barato.
- d. Riesgo: Para los operadores manipular agua caliente siempre representa un peligro.

Los tratamientos con peróxido y con jabón son sencillos de comprender, de bajo costo y prácticamente no representan ningún riesgo para el personal.

Los tratamientos que obtuvieron los porcentajes de germinación más bajos (1-2%) fueron en los que se aplicó calor a la semilla durante 15 segundos utilizando la energía de un horno microondas (T4 y T8). Es evidente que el calor que generó el aparato fue demasiado alto y mató al embrión.

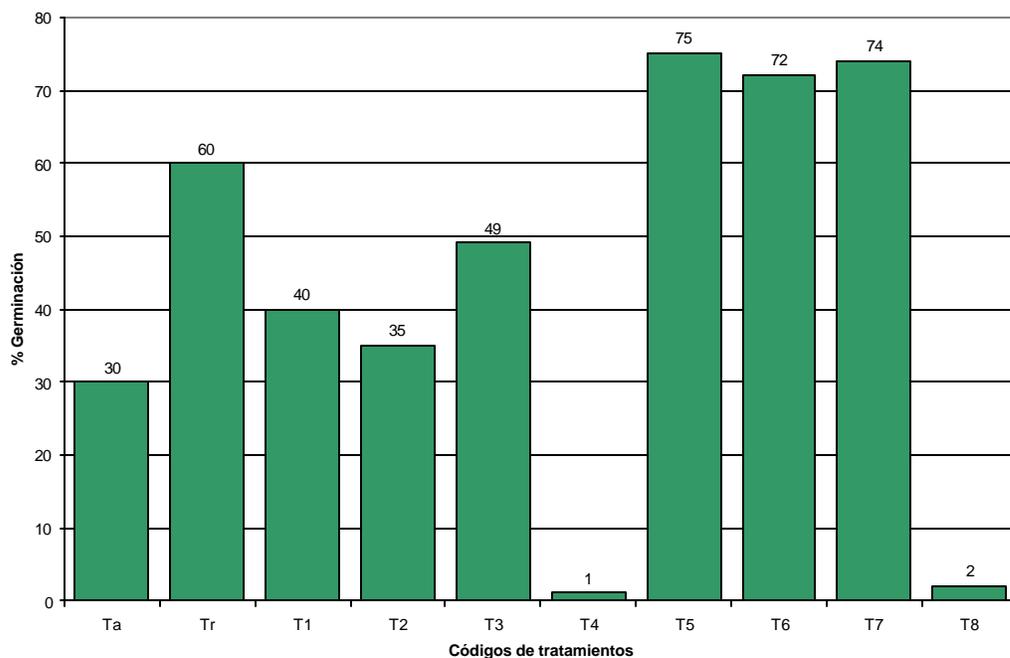


Figura 3.14. Porcentajes de germinación de los tratamientos evaluados.

La figura 3.15 presenta los promedios de los porcentajes de germinación para los tratamientos escarificados y sin escarificar. En el grupo 1 se promediaron todos los tratamientos. En el grupo 2 no se incluyeron los porcentajes de los tratamiento en los que se aplico calor a la semilla utilizando el microondas. Esto se hizo para eliminar la influencia que tenían estos tratamientos en los resultados para comparar los dos tipos de escarificación. El porcentaje de germinación aumenta en un 32% al escarificar la semilla. Esto puede atribuirse a que al escarificar la semilla se elimina una barrera física que hace que el calor y el agua penetren con mayor facilidad y lleguen al embrión.

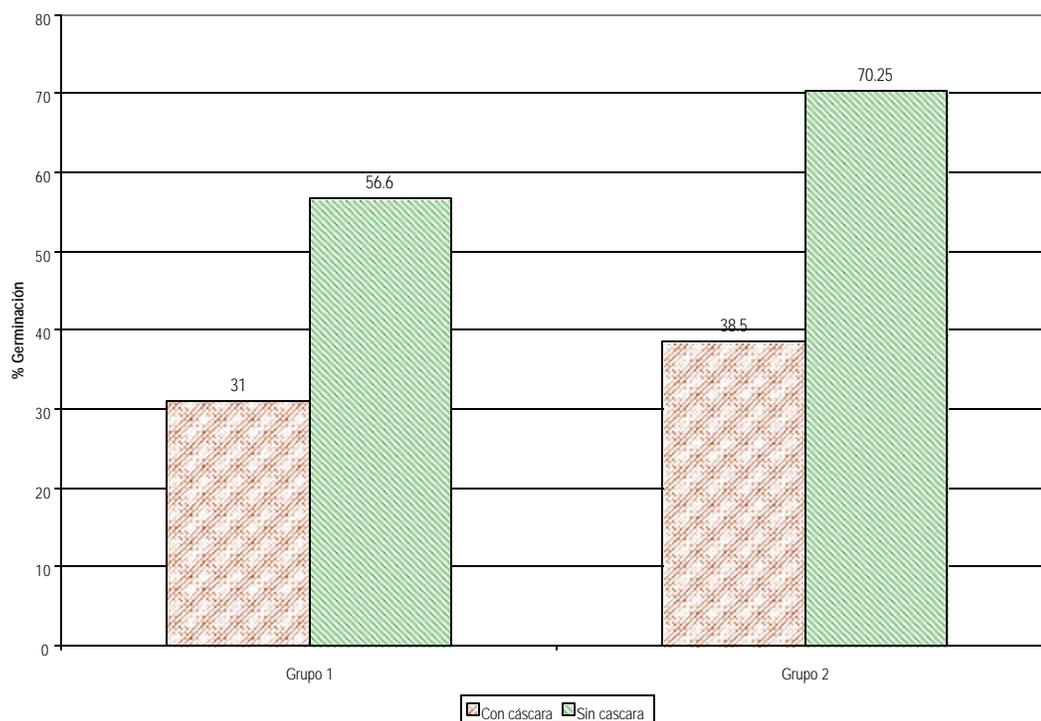


Figura 3.15. Comparación de los porcentajes de germinación de los tratamientos escarificados y sin escarificar

### **3.3.5 Conclusiones.**

1 Los mayores porcentajes de germinación se obtienen con los tratamientos con la semilla escarificada y:

- a Inmersión por 30 minutos en Peróxido de hidrógeno al 3% (rel. 1:1)
- b Inmersión por 2 minutos en Agua caliente a 60°C
- c Inmersión por 20 minutos en agua + jabón al 1% .

2. El escarificado de la semilla incrementa el porcentaje de germinación en un 32%

### **3.3.6 Recomendaciones.**

Para obtener mejores porcentajes de germinación se pueden aplicar los siguientes tratamientos:

- a Escarificar la semilla y sumergirla durante 30 minutos en una solución de peróxido de hidrógeno al 3% y agua en relación 1:1.
- b. Escarificar la semilla y sumergirla durante 20 minutos en una solución de jabón al 1%.
- c. Orientar las próximas investigaciones a:
  - 1 Evaluar los tratamientos con semilla de diferentes procedencias.
  - 2 Evaluar diversas concentraciones de los productos.
  - 3 Evaluar diversos tiempos de inmersión de la semilla en los productos.

**3.4 SERVICIO 2. “Elaboración de un plan de manejo de la plaga Fungus gnat (*Bradysia sp.*) en plantas de pilones de pony (*Beaucarnea guatemalensis*) en la finca “Salamá”, San Jerónimo, Baja Verapaz.”**

**3.4.1 OBJETIVOS**

**1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un plan de control para Fungus gnat (*Bradysia sp.*).

**2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Monitorear los niveles poblacionales de Fungus gnat (*Bradysia sp.*) en los lotes existentes en el departamento de pilones.

**3.4.2 Revisión de literatura**

Orden: Díptera

Familia: Sciaridae

Género: *Bradysia*

Especie:

**3.4.2.1 Ciclo de vida de Fungus gnat (*Bradysia sp.*)**

**1. Descripción:**

Los Fungus gnats son parásitos comunes. Son insectos delgados, patas son largas y tienen un par de alas claras. Miden de 3-4m m, son de color grisáceo a negro

## 2. Habitat:

Los adultos se pueden observar volando a corta distancia de los pilones, en cambio las larvas viven en la materia orgánica, en este caso en el sustrato del pilón y debajo de las camas elevadas.

## 3. Ciclo de vida:

El Fungus gnat tienen metamorfosis completa: Huevo, larva, crisálidas, y adulto. El tiempo completo de su metamorfosis es aproximadamente 2 a 4 semanas.

Las hembra del Fungus gnat ponen sus huevos en superficies húmedas, éstas prefieren superficies con materia orgánica. Los huevos tardan en eclosionar 6 días, luego las larvas se alimentan por 2 semanas. Posterior a esto las larvas pupan en el cultivo (Departamento de Agricultura de Minnesota, 2005).

Después de 5 a 6 días los insectos adultos emergen, de esta forma se completa el ciclo de vida. Como se observa el ciclo de vida es tan corto que permita que las poblaciones aumenten rápidamente. Además las hembras pueden poner 1000 huevos en todo su ciclo de vida (Departamento de Agricultura de Minnesota, 2005).

Un aspecto importante de mencionar es que las condiciones bajo invernadero son favorables para su reproducción y crecimiento. Peck, 1982, citado por Thomas (2005) menciona que las condiciones de invernadero (condiciones cálidas y húmedas) y los recursos alimenticios de materia orgánica favorecen la reproducción del Fungus gnat (Departamento de Agricultura de Minnesota, 2005).

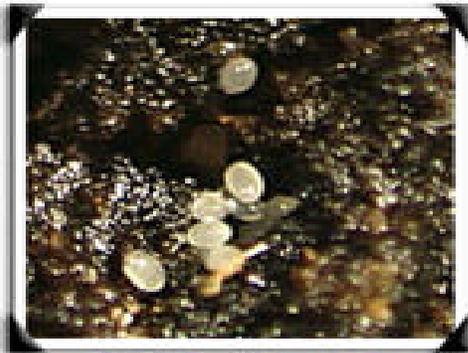


Figura 3.16. Huevos de Fungus gnat

Figura 3.17. Larvas de Fungus gnat



Figura 3.18. Crisálida de Fungus gnat    Figura 3.19. Adulto de Fungus gnat

#### 3.4.2.2      Tipo de daño

Las primeras evidencias de Fungus gnat en el invernadero son las primeras evidencias de infestación. Las larvas inician a consumiendo la raíz de las plantas, dejando el tejido vascular en tiras y las plantas dañadas se marchitan y pierden su vigor, hasta que finalmente se mueren (Thomas, 2005).

Bastiaan (1994) menciona que los daños más severos se presentan en las plantas jóvenes, además las larvas de este insecto ayudan a la introducción y a la diseminación de las enfermedades conocidas como *Pythium*, *Verticillium*, *Cylindrocladium*, *Scelerotinia* y *Theila-viopsis*.

#### 3.4.2.3      Control

##### a.      Control químico.

Generalmente se utilizan insecticidas para el control de larvas y adultos. Sin embargo es necesario mencionar que el control de los insectos adultos resulta difícil porque éstos se esconden dentro del sustrato (Thomas, 2005).

Una forma de aplicar los insecticidas es saturar la superficie del sustrato donde se encuentran las larvas. Hamlen y Mead (1979), citado por Thomas (2005) realizaron una investigación probando 12 diferentes insecticidas sobre el control de esta mosca

comparando con los reguladores de crecimiento. En dicha investigación resultaron más eficientes para el control de Fungus gnat los insecticidas.

Tratamientos foliares para los adultos.

A continuación los insecticidas utilizados para el control del adulto.

- a. chlorpyrifos (PT® 1325 YO Duraguard)
- b. cyfluthrin (Decathlon®)
- c. diazonon (PT-265® KnoxOut® 2FM)
- d. aceite hortícola (SunSpray®)
- e. oxamyl (Vydate®\*)
- f. pyrethrins (aerosol de la cosecha de Pyrenone®)
- g. resmethrin (Resmethrin EC\*, \*\*)

b. Control cultural.

Dentro de los métodos de control cultural esta la eliminación total del material vegetativo infestado para evitar la diseminación de las pudriciones que se llegan a presentar como síntoma final del daño que causa el mosquito.

Otro de los aspectos importantes es el uso de monitoreo con trampas. Las trampas que se recomiendan son las amarillas (con pegamento y atrayente), las cuales tienen la capacidad de atraer los insectos adultos (Thomas, 2005).

Además es importante controlar la cantidad de riego proporcionado al sustrato de las plantas, ya que exceso de humedad en el suelo favorece al desarrollo de larva del mosquito. Sin embargo, se recomienda tener un buen control, porque la sequía en el sustrato puede obligar a las larvas a buscar humedad dentro de las plantas (Thomas, 2005).

Es importante tener un buen control cuando se introduzcan plantas de otros lugares, para evitar infestaciones. Finalmente con un buen saneamiento del material viejo de las plantas y limpieza de los invernaderos se reduce el daño y las poblaciones del insecto (Thomas, 2005).

c. Control biológico.

Moschetti (2004) menciona que actualmente existen varias especies de nemátodos beneficiosos que logran controlar las poblaciones del Fungus gnat. Un nematodo utilizado para el control biológico de esta plaga es el *Steinernema feltiae* el cual ha funcionado para el control de larvas.

Otro controlador biológico que se puede utilizar es la bacteria patógena *Bacillus thuringiensis* , sin embargo Moschetti (2004) señala que la eficiencia de control varía de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar.

### 3.4.5 Resultados y discusión.

#### 3.4.5.1 Monitoreo de poblaciones de adultos

Los monitoreos se realizarán una vez por semana:

- a. Monitoreo de adultos. Para la supervisión de estos insectos deben utilizarse trampas con un atrayente y pegamento. El tamaño de las trampas deberá ser de 12\*15 cm. El área de muestreo será de 25 cm<sup>2</sup> al centro de la trampa (5\*5 cm). El umbral económico será cuando la plaga llegué a 5 insectos por trampa por semana. En este momento se realizarán aplicaciones con productos químicos semanalmente.
- b. Monitoreo de larvas: Se realizan muestreo del sustrato para observar la incidencia de larvas.

#### 3.4.5.2 Control

- a. Control cultural.

##### a.1 Control de la humedad

Una vez por semana se verificará que el sustrato se encuentra a capacidad de campo. En caso contrario se realizarán riegos aéreos para todos los lotes, o bien, por maceta según sea el caso.

##### a.2 Aplicación de cal.

Se aplicará cal debajo de las camas como control preventivo para eliminar los huevecillos del insecto. Se utilizará una dosis de 300 kg/ha y la aplicación se realizará una vez por mes.

- b. Control químico.

La aplicación de insecticidas se realizará cuando el nivel de infestación alcance el 5% rotando semanalmente lo siguientes productos:

PRODUCTO	DOSIS*	FRECUENCIA
Baytroid 10 EC	10 cc/16 lt de agua	Una vez por semana
Monarca 11 SE	20 cc/16 lt de agua	Una vez por semana

### **3.5 SERVICIO 3. “Elaboración de bokashi con desechos de pony *Beaucarnea guatemalensis* utilizando microorganismos eficientes (EM)”**

#### **3.5.1 OBJETIVOS**

##### **a. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar un abono orgánico a base de desechos de pony *Beaucarnea sp* utilizando aserrín y EM a diferentes dosis en la elaboración de bokashi

##### **b. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Realizar un abono orgánico a base de desechos de pony *Beaucarnea sp* generados en la finca Salamá en el proceso de producción y exportación.

Conocer las principales dificultades y limitantes que se tienen para elaborar el bokashi.

#### **3.5.2 REVISION DE LITERATURA**

##### **3.5.2.1 Tecnología DEL EM<sub>1</sub>**

El producto EM se desarrollo desde aproximadamente 20 años por el Dr. Teruo Higa, profesor de la Facultad de Agronomía, Universidad de Ryukyus en Japón.

El EM es una abreviación de Microorganismos Eficaces. Es un producto biológico que contiene en forma co-existente, varios tipos de microorganismos benéficos aeróbicos y anaeróbicos, entre ellos se encuentran las bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores.

Según Higa (1991) el EM ayuda al proceso de descomposición del material orgánico siempre y cuando se sigan las instrucciones para el uso adecuado del producto, por lo tanto para su conservación a largo plazo, deben de estar en condición latente. Por lo tanto, es mejor activar los microorganismos antes de usarlo, posteriormente se describirá la técnica para la activación del EM.

### 3.5.2.2 Componentes del EM

#### 3.5.2.2.1 BACTERIAS FOTOSINTÉTICAS

Las bacterias fotosintéticas hacen uso de la luz del sol como su principal fuente de energía para realizar la fotosíntesis. Según Sangakkara, 2000 la función de estas es ayudar a sintetizar sustancias útiles para las raíces, materia orgánica o gases dañinos. Algunas de las sustancias que sintetizan las bacterias son: aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales promueven el crecimiento y el desarrollo celular en las plantas

#### 3.5.2.2.2 BACTERIAS LACTICAS

Producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium* sp (Suquilanda, M.)

#### 3.5.2.2.3 LEVADURAS

Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies del EM (Suquilanda, M.)

#### 3.5.2.2.4 ACTINOMICETOS

Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas (Suquilanda, M.)

#### 3.5.2.2.5 BOKASHI

Representa una alternativa para el manejo de los desechos de pory *Beaucarnea* sp. La palabra bokashi tiene su origen en Japón y significa "Materia orgánica fermentada" lo cual se logra mediante el proceso de fermentación acelerado por la utilización de los microorganismos benéficos.

El bokashi tiene como propósito incorporar inóculos que promueven una fermentación regulada, para poder suministrar alimentos energéticos a los microorganismos del suelo y crear una diversidad benéfica.

El EM<sub>1</sub> se aplica al bokashi con el fin de promover la degradación del material orgánico y hacer el proceso más rápido y eficiente. La descomposición de la materia por la actividad de las bacterias, hongos, humedad, luz solar y oxigenación, se le llama biodegradación. La biodegradación puede realizarse tanto de manera aeróbica como anaeróbica.

### **3.5.3 PLAN DE EJECUCIÓN**

#### **3.5.3.1 Ubicación del experimento.**

El experimento se llevo a cabo en la Finca Pony S.A. ubicada en Salamá. Las bokasheras están ubicadas cerca del botadero de basura. El lugar es de fácil acceso y cuenta con servicio de agua.

#### **3.5.3.2 Material y Equipo.**

Material:

- a. Desechos de pony (hojas, raíz y tallo)
- b. EM1 activado
- c. Aserrín

Equipo:

- a. Conductivímetro (pH y conductividad eléctrica)
- b. Termómetro
- c. Estañon o botes plásticos con su respectiva tapadera.
- d. Bomba de mochila de 16 litros.
- e. Carretilla de mano
- f. Picadora eléctrica, artesanal o machete.

### 3.5.3.3 Cuantificación de los desechos orgánicos.

La cantidad de desechos que se producen en los diferentes departamentos es significativa, en la actualidad se ha observado que al día se generan 5 m<sup>3</sup> de aserrín y 30 m<sup>3</sup> de desechos orgánicos e inorgánicos, lo cual es necesario resaltar que varía de acuerdo a la cantidad de plantas que se procesa al día.



Figura 3.20. Vertedero de basura en la finca “Salamá”.

### 3.5.3.4 Tratamientos y diseño experimental.

A continuación se observan los diferentes tratamientos utilizados. La proporción utilizada fue: desecho de pony 90%, aserrín 10%. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar.

T-1: Testigo (sin aplicación de EM)

T-2: 1.5 l de EM/ton

T-3: 1 l de EM/ton

T-4: 0.75 l de EM/ton

### 3.5.3.5 Elaboración de bokashi.

Para la elaboración de este abono se está utilizando como materia prima el tallo, raíz y la parte foliar del pony *Beaucarnea sp*; éstos materiales se mezclaron con aserrín como complemento, teniendo cuidado de la cantidad a agregar por la relación C/N.

El material orgánico antes mencionado se pica en pequeños pedazos, con una picadora, la cual se observa en la Figura \_\_. Una vez picado el material se mezcla con los otros materiales (aserrín y EM<sub>1</sub>) en las proporciones indicadas anteriormente.

A continuación se mencionan los pasos más importantes que se siguieron para elaborar un bokashi de calidad, citado por Shintani, 1999.

- a. Picar el material, con el objetivo de reducir el volumen y acelerar el proceso de fermentación (Ver Figuras 3.21, 3.22, 3.23)
- b. Inocular con microorganismos eficientes desde el primer día, esto para acelerar la fermentación y evitar la putrefacción.
- c. Tapar bien las bokasheras.
- d. La temperatura debe oscilar entre 50-55 °C.
- e. Volteo del bokashi para controlar la temperatura y acelerar el proceso de secado del material que esta siendo sometido al proceso de fermentación.

Si bien se sabe que el bokashi es un proceso anaeróbico pero se recomienda aireación para evitar el sobrecalentamiento. Durante estos volteos se realizará la aplicación del EM<sub>1</sub> al 5%.



Figura 3.21. Picado de hojas de pony.



Figura 3.22. Picado del bulbo y caña de pony



Figura 3.23. Picado manual del bulbo y caña

#### 3.5.3.6 Procedimiento para la activación del EM<sub>1</sub>

Para la activación del EM<sub>1</sub> al 5% según Okumoto (2004) recomienda utilizar recipientes que no hayan sido utilizados con agroquímicos y que el agua que se utilice no sea clorada, esto debido a que el EM<sub>1</sub> es un cóctel de microorganismos vivos los cuales necesitan condiciones óptimas para poder crecer y desarrollarse.

El procedimiento para la dilución de la solución madre fue el siguiente:

- a. Se diluyo la melaza en una parte de agua y se trasvaso al recipiente plástico.
- b. Se adiciono al agua restante, y
- c. Se agrego el EM<sub>1</sub>.
- d. Se mezclo bien y se dejo fermentar durante 7 días.

Durante el proceso de fermentación del EM<sub>1</sub> tomo en cuenta el cambio del color del líquido, la presencia del olor, y un pH de 3.5. Cuando el producto alcanzó estas condiciones, se aplico a los desechos.

En el Cuadro 3.18 se observan las cantidades utilizadas de los diferentes ingredientes para activar el EM<sub>1</sub> al 5%:

Cuadro 3.18. Cantidades de ingredientes para activar el EM<sub>1</sub> al 5%

<i>PRODUCTO</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>EM<sub>1</sub></i>	1 litro
<i>Melaza</i>	1 litro
<i>Agua</i>	18 litros.

Las aplicaciones se realizaron cuando se volteaba el material. En total fueron 6 volteos y 6 aplicaciones de EM (Ver Cuadro 3.19)

Cuadro 3.19. Días de volteo y aplicación del EM a los tratamientos.

<i>DIA</i>	<i>VOLTEO</i>	<i>APLICACIÓN</i>
1	X	X
4	X	X
6	X	X
8	X	X
15	X	X
21	X	X

### 3.5.4 Variables evaluadas

#### 3.5.4.1 Monitoreo de temperatura.

La temperatura de los montículos fue monitoreada diariamente en diferentes puntos de la bokashera a una profundidad de 30 cms.

#### 3.5.4.2 Descomposición del material

Para determinar el tiempo de descomposición de los desechos se realizaron observaciones directas diariamente a los montículos sin aplicación del EM y con aplicación del EM.



Figura 3.24. Aplicación del EM.



Figura 3.25. Volteos de las bokasheras

#### 3.5.4.3 Nutrimientos y relación C/N.

Se realizó el análisis del bokashi para determinar el contenido de macro y micro nutrientes, relación C/N.

### 3.5.5 Resultados y discusión

#### 3.5.5.1 Monitoreo de temperatura.

Los resultados de la temperatura son el promedio de las dos repeticiones realizadas de los diferentes tratamientos.

Las temperaturas máximas se muestran en el cuadro 3.20.

Cuadro 3.20. Temperaturas máximas del bokashi

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>TEMP. (°C)</i>	<i>DDA</i>
<i>0.75</i>	60	8
<i>1.5</i>	59.2	11
<i>1</i>	58.5	11
<i>Testigo</i>	58	

En la Figura 3.26 se observa el comportamiento de las temperaturas de los tratamientos durante 27 días.

La fase mesofílica (menor a 40 grados centígrados) terminó para todos los tratamientos el día 2 de inicio con la descomposición del material. Por otro lado la fase termofílica (40 a 70 grados centígrados) transcurrió para el tratamiento de 1.5 l/ton hasta el día 15, mientras que para los otros tratamientos de 1 l/ton y 0.75 l/ton se mantuvo hasta el día 19 y 22. Sin embargo el testigo se mantuvo en su fase termofílica hasta el día 27. Todos los tratamientos después de la fase termofílica iniciaron la fase de enfriamiento como se observa en la figura 3.26. Hay que mencionar que todos los tratamientos alcanzaron su temperatura de estabilización de 50 a 60 grados centígrados, lo cual permitió eliminar microorganismos patógenos y posibles semillas de malezas. Un aspecto importante a mencionar es que los tratamientos que fueron sometidos a EM alcanzaron temperaturas mayores que el testigo en menor tiempo.

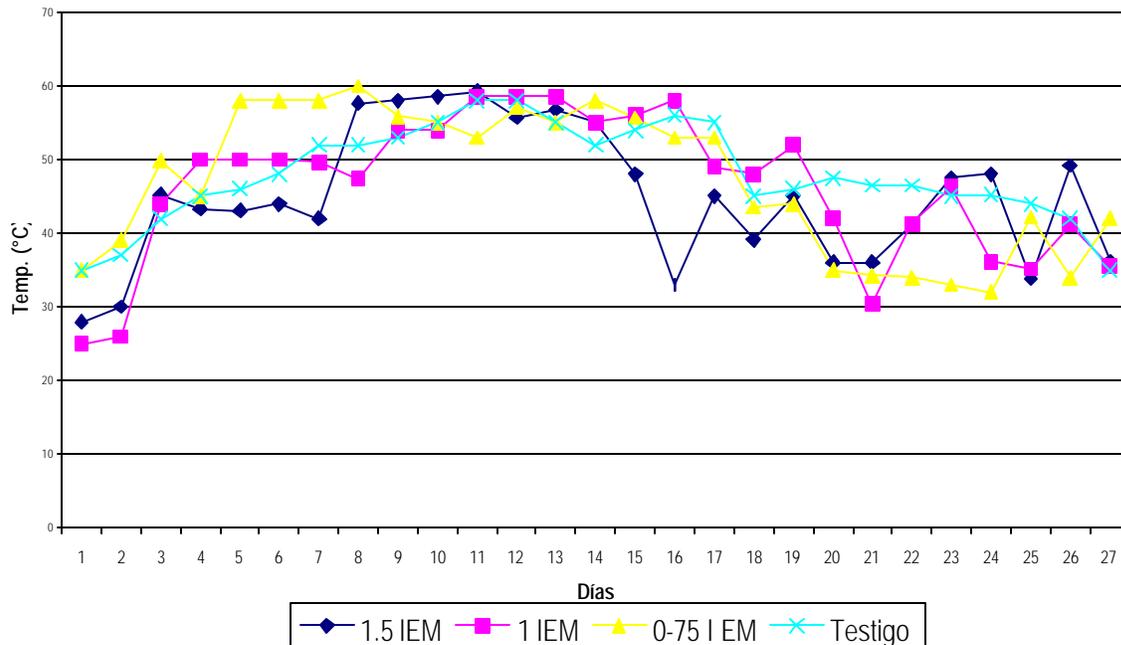


Figura 3.26. Temperatura media de los tratamientos.

#### Humedad:

El contenido de humedad se utilizó como parámetro de monitoreo, el cual es indicador de la descomposición del material. El monitoreo de este parámetro se realizó sin ningún aparato, solo se verificó que los montículos estuvieran a capacidad de campo. Cabe mencionar que los microorganismos utilizan el agua para su metabolismo y con esto obtener un producto con menor humedad.

En los montículos se evito tener saturación de agua para evitar el ambiente idóneo para la proliferación de hongos y malos olores, o llegar a tener menor del 40% de humedad ya que se puede detener el proceso de descomposición del material.

#### 3.5.5.2 Descomposición del material

El análisis de descomposición se realizó visualmente y se observó que los materiales a los cuales se les aplico EM presentaron visualmente la misma

descomposición que el testigo. Si relacionamos la descomposición del material con la temperatura, observamos que el tratamiento con 1.5 L l de EM/ton alcanzó el valor más alto de temperatura por lo tanto la actividad microbiana se podría asumir que fue mayor. Por otro lado el tratamiento testigo obtuvo las menores temperaturas, lo cual nos indica menor actividad microbiana en el montículo sin aplicación de EM.

### 3.5.5.3 Nutrientes.

El análisis de macro y micro nutrientes se presenta en el cuadro 3.21.

Cuadro 3.21. Análisis químico de los tratamientos

IDENTIFICACION	pH	%				ppm						%	REL.
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O	C : N
T1	9.9	1.58	0.35	3.00	2.06	0.4	120	50	2000	135	150	48.26	27.99:1
						2					0		
T2	9.4	1.41	0.33	2.44	1.63	0.3	85	85	2100	120	122	52.18	30.26:1
						6					5		
T3	9.8	1.47	0.31	2.19	1.94	0.3	105	60	1550	110	120	54.13	31.39:1
						8					0		
T4	8.1	1.20	0.21	1.44	1.13	0.2	35	45	2150	95	975	48.26	27.99:1
						1							

### 3.5.5.4 Limitantes para la elaboración de bokashi.

Las limitantes encontradas durante la elaboración fueron:

- Picado de la hoja de pony. La hoja tiene mucha fibra lo cual dificultó el picado del material, teniendo que recurrir a realizar la actividad manualmente.
- Bajas temperaturas. En los meses de noviembre y diciembre en la finca "Salamá". La temperatura ambiente mínima promedio fue 14 °C y la máxima promedio fue de 27 °C. Esto interfiere en el proceso termofílico de las bokasheras y no permite que la temperatura se eleve a 70 °C. Para contrarrestar esta limitante en la elaboración de bokashi se taparon los montículos con nylon negro para evitar la pérdida de calor por evaporación

### **3.5.6 Conclusiones.**

- a. El T-4 (0.75 l/ton) alcanzó mayor temperatura, mientras que la temperatura del testigo fue la menor.
- b. La descomposición final de los tratamientos visualmente fue igual, sin embargo
- c. La temperatura de estabilización se alcanzó primero en los tratamientos a los cuales se les aplicó EM, esto es indicador de mayor actividad microbiana.
- d. Una de las principales limitantes fue la temperatura ambiente ya que se registraron en promedio temperaturas de 14 grados centígrados en los meses de noviembre y diciembre lo cual interfirió en la fase termofílica de las bokashera.

### **3.5.7 Recomendaciones.**

- a. Evaluar diferentes proporciones de tejido vegetal y aserrín.
- b. Evaluar la elaboración de bokashi en diferentes épocas del año, para monitorear las temperaturas en las bokasheras.
- c. Analizar los lixiviados de las bokasheras para determinar si pueden ser utilizados con fertilizante foliar.
- d. Evaluar el efecto del bokashi en las plantaciones de pony *Beaucarnea sp.*, al ser utilizado como fertilizante.
- e. Realizar un estudio de factibilidad para determinar la relación beneficio-costos que se tendría al implementar el proyecto en la Finca Salamá.

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Bastiann, M.1994. Fungus gnat (en línea). US. Consultado 25 nov 2005. Disponible en <http://insects.tamu.edu/extension/bulletins/uc/uc-028.html>
2. Benson, Agriculture & Food Institute & Corporation, US. 2005. Pruebas de germinación y propagación vegetativa de especies de Atriplex (en línea). US. Consultado 25 nov 2005. Disponible en <http://benson.byu.edu/publication/relna/v13/pruebas.htm>
3. Departamento of Agricultura de Minnesota, US. 2005. Fungus gnat (en línea). MN, US. Consultado 25 nov 2005. Disponible en <http://www.mda.state.mn.us/biocon/plantscape/fungusgnats.htm>
4. FAO, IT. 2004. Guía para la manipulación de semillas forestales (en línea). Italia. Consultado 22 noviembre 2005. Disponible en [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/006/ad232s/s232s12.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/ad232s/s232s12.htm)
5. Okumoto. 2004. Uso del EM para la agricultura natural: guía para la preparación del EM activado (material no editado). Guácimo, Costa Rica, EARTH. 6 p.
6. Rocco, M. 2004. El problema: fungus gnat (en línea). US. Consultado 25 nov 2005. Disponible en <http://www.homestead.com/ipmofalaska/files/fungusgnats.html>
7. Seoanez, M. 1999. Contaminación del suelo: estudio, tratamiento y gestión. Madrid, España, Mundi Prensa. 352 p.
8. Suquilanda, M. 2005. Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos (en línea). Perú. Consultado 23 oct 2005. Disponible en [http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt\\_6.doc](http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt_6.doc)
9. Thomas, D. 2005. Plagas y enfermedades (en línea). México. Consultado 25 nov 2005. Disponible en [http://ww.conafor.gob.mx/programas\\_nacionales\\_forestales/pronare/sire/publicaciones/Parte2%20Manual5.pdf](http://ww.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/sire/publicaciones/Parte2%20Manual5.pdf)

### 3.7 ANEXOS

Anexo 3.3. Cronograma de actividades servicio 1, elaboración de bokashi.

Actividad /mes	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4
Propuesta y avance de la investigación	■	■	■																	
Pedido de los materiales				■	■	■														
Activación del EM					■															
Preparación del material de desecho								■	■											
Elaboración de la bokasheras								■	■											
Medición de temperatura									■	■	■	■	■	■						
Volteos e inoculación con EM									■	■	■	■	■	■						
Enviar muestras al laboratorio para el análisis															■					
Entrega de resultados.																				■

Anexo 3.4. Ubicación física de los tratamientos. Servicio 1, elaboración de bokashi.

#### REPETICIÓN 1



#### REPETICION 2

