

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA TÉCNICA SUPERIOR AGROPECUARIA VIACHA**  
Acreditada Internacionalmente por el MERCOSUR y el CONEAU - ARGENTINA



**PASANTIA DE GRADO**

**PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE ESPINA DE MAR (*Hippopae rhamnoides*) EN DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA LOCALIDAD DE VIACHA**

**CONSTANCIO WILFREDO AQUINO VILLCA**

La Paz – Bolivia  
2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA TÉCNICA SUPERIOR AGROPECUARIA VIACHA**

Acreditada Internacionalmente por el MERCOSUR y el CONEAU - ARGENTINA

**PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE ESPINA DE MAR (*Hippopae  
rhamnoides*) EN DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA LOCALIDAD  
DE VIACHA**

**Pasantía de grado presentado como requisito  
Parcial para obtener el Título de Técnico  
Superior Agropecuario**

**CONSTANCIO WILFREDO AQUINO VILLCA**

**ASESOR:**

Ing. Ramiro Augusto Mendoza Nogales .....

**TRIBUNAL REVISOR:**

Ing. Brigido Moisés Quiroga Sosa .....

Ing. Luís David Callisaya Gutiérrez .....

**Vo Bo.....**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**DEDICATORIA**

***Al sacrificio y apoyo de mis padres:  
Luís e Hilda, en especial  
a mi esposa Jayde y a mí hija Katherine.***

## **AGRADECIMIENTO**

- Primeramente quiero agradecer a nuestro creador, porque mi presencia en la tierra tiene un propósito y por guiarme siempre por el camino del bien.
- A mis docentes y amigos de la Facultad de Agronomía por constituirse en parte fundamental de mi formación académica y profesional.
- Quiero agradecer en primera instancia a mi asesor al Ing. Ramiro A. Mendoza Nogales por su ayuda colaboración y aporte de conocimientos y experiencia para el desarrollo del presente estudio.
- Agradecer a mis padres Luís Aquino e Hilda Villca, a mi esposa E. Jayde Mendoza a si mismo a mi hija Katherine J. Aquino Mendoza por el apoyo y comprensión.
- Agradecer a los señores del tribunal revisor, Ing. B. Moisés Quiroga Sosa, Ing. L. David Callisaya Gutiérrez, Por la revisión observación y el aporte de ideas de trabajo.

## INDICE GENERAL

1.	<b>INTRODUCCION</b> .....	1
1.1	Objetivo General .....	4
1.2	Objetivos específicos.....	4
2.	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b> .....	5
2.1	Espina de mar .....	5
2.1.1	Origen e importancia de la Espina de Mar. ....	5
2.1.2	Características de la espina de mar .....	6
2.1.3	Bondades. ....	7
2.1.4	Propagación. ....	7
2.2	Taxonomía.....	8
2.3	Requerimiento climático y edafológico del cultivo. ....	9
2.3.1	Temperatura. ....	10
2.3.2	Suelo y Salinidad.....	10
2.3.3	Precipitación.....	10
2.4	Descripción morfológica de la planta.....	11
2.4.1	Raíz.....	11
2.4.1.1	Fijador de Nitrógeno.....	12
2.4.2	Tallo. ....	14
2.4.3	Hojas. ....	14
2.4.4.1	Flores femeninas.....	14
2.4.4.2	Flores masculinas.....	15
2.4.5	Fruto. ....	16
2.5	Usos y beneficios. ....	17
2.5.1	Medicinal.....	17
2.5.2	Forraje.....	18
2.5.3	Utilización de residuos de frutas y semillas de .....	
	espina de mar.....	19
2.5.4	Conserva el suelo y el agua.....	19

2.5.5	Leña. ....	20
2.5.6	Otros. ....	20
2.5.7	Siembra. ....	20
2.6	Propagación de la Espina de Mar.....	21
2.6.1	Propagación por semilla. ....	21
2.6.2	Propagación vegetativa de la espina de mar. ....	21
2.6.2.1	Esquejes de madera dura. ....	21
2.6.2.2	Esquejes de madera blanda. ....	22
2.6.3	Brotos y rebrotos. ....	22
2.6.4	Asociación con otras especies. ....	23
2.6.5	Enfermedades. ....	24
2.6.6	Plagas. ....	24
2.6.7	Substratos utilizados. ....	24
2.6.7.1	Turba. ....	25
2.6.7.2	Arena.....	25
2.6.7	Ambientes Atemperados. ....	25
2.6.7.1	Locales para la propagación asexual. ....	26
2.6.8	Estratificación en arena. ....	26
3.	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	27
3.1	Localización.....	27
3.1.1	Ubicación geográfica. ....	27
3.1.2	Características Climáticas. ....	29
3.1.2.1	Precipitación.....	29
3.1.2.2	Temperatura.....	29
3.2	Materiales.....	29
3.2.1	Características de la cama caliente.....	29
3.2.2	Material vegetal. ....	30
3.2.3	Material y herramientas.....	30
3.2.4	Material de gabinete y equipo. ....	31
3.3	Metodología.....	31

3.3.1	Preparación del material vegetal para la obtención del ..... propósito.....	31
3.3.2	Métodos de enraizamiento. ....	32
3.3.2.1	Preparación de almacigueras.....	32
3.3.2.2	Preparación del sustrato y desinfección. ....	32
3.3.2.3	Estratificación. ....	32
3.3.2.4	Estacado. ....	33
3.3.2.5	Fase de vivero. ....	33
3.4	Diseño experimental.....	33
3.4.1	Modelo estadístico.....	33
3.4.2	Factores en estudio. ....	34
3.4.3	Tratamientos. ....	34
3.4.4	Características de croquis del experimento.....	35
3.5	Variables de respuesta.....	36
3.5.1	Días a la brotación.....	36
3.5.2	Número de brotes.....	36
3.5.3	Porcentaje de prendimiento.....	36
3.5.4	Altura de brote principal.....	37
3.5.5	Longitud de raíz.....	37
3.5.6	Grosor del brote principal. ....	37
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	38
4.1	Evaluación del experimento. ....	38
4.2	Días de brotación. ....	38
4.3	Número de brotes. ....	46
4.4	Porcentaje de prendimiento.....	49
4.5	Altura de brote Principal. ....	53
4.6	Longitud de raíz.....	58
4.7	Grosor del tallo. ....	63

5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	65
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	68
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	69
	<b>ANEXOS</b> .....	73



## INDICE DE CUADROS

1. Especies introducidas por el Instituto Benson en 1994. ....	7
2. Comparación en la fijación de nitrógeno de la Espina de Mar ..... con otras leguminosas.....	13
3. Días a la brotación de estacas por semanas.....	38
4. Análisis de varianza de los días de brotación de las estacas..... a los 28 días. ....	41
5. Prueba de medias Duncan para la variable días de brotación ..... de las Estacas a los 28 días.....	42
6. Análisis de varianza a los días de brotación de las estacas ..... a los 36 días. ....	44
7. Prueba de medias Duncan para la variable de los días de ..... brotación a los 36 día. ....	45
8. Análisis de varianza numero de brotes a los 150 días. ....	47
9. Prueba Duncan para la variable numero de brotes ..... en las estacas promedio por tratamiento. ....	48
10. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento ..... a los 150 días. ....	50
11. Prueba de medias Duncan para la variable de porcentaje ..... de prendimiento a los 150 días. ....	51
12. Aumento en altura de estacas, por meses. ....	53
13. Análisis de varianza para altura de la planta (cm.) ..... de espina de mar, a los 150 días. ....	56
14. Prueba de medias Duncan para la variable altura..... de la planta de estacas de espina de mar a los 150 días.....	57

15. Análisis de varianza para la longitud de la raíz (cm.) .....	
a los 150 días de su extracción de la almaciguera.....	60
16. Prueba de medias Duncan para la longitud de la raíz, .....	
a los 150 días de su extracción de las almaciguera.....	61
17. Análisis de varianza grosor del tallo principal.....	64

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Raíz de Espina de Mar.....	12
Figura 2.	Nódulos de raíz de Espina de Mar .....	13
Figura 3.	Flor femenina de Espina de Mar .....	15
Figura 4.	Flor masculina de Espina de Mar.....	16
Figura 5.	Frutos de espina de mar. ....	17
Figura 6.	Propagación de brotes y rebrotes .....	23
Figura 7.	Carrera Técnica Superior de Agropecuaria de Viacha .....	27
Figura 8.	Mapa de ubicación .....	28
Figura 9.	Variación semanal de brotación de las estacas. ....	39
Figura 10.	Días a la brotación de las estacas a los 28 días .....	
	De ser almacigado.....	40
Figura 11.	Días a la brotación de las estacas a los 36 días .....	
	de ser almacigado .....	43
Figura 12	Número de brotes en las estacas promedio .....	
	por tratamiento en (numeros) .....	46
Figura 13.	Porcentaje de Prendimiento de estacas.....	49
Figura 14.	Variación mensual de la altura de las estacas de espina de mar.....	54
Figura 15.	Altura de planta promedio por tratamiento .....	
	(en centímetros) a los 150 días.....	55
Figura 16.	Longitud de raíz promedio según tratamiento .....	
	(en centímetros) .....	58
Figura 17.	Grosor del brote principal a los 150 días.....	63

## RESUMEN.

El presente trabajo de, propagación vegetativa de estacas de espina de mar (*Hippopae rhamnoides*) en diferentes sustratos, se realizó en los predios de la Carrera Técnica Superior Agropecuaria Viacha. Dependiente de la Facultad de Agronomía de la U.M.S.A. ubicada en la ciudad de Viacha Provincia Ingavi Departamento de La Paz., se encuentra ubicada a 32 Km al sur oeste de la ciudad de La Paz, entre los paralelos 16°17' de longitud Oeste, a una altitud de 3830 msnm.

Cuyo objetivo general fue: Evaluar la propagación vegetativa de espina de mar (*Hippopae rhamnoides*), mediante estacas en diferentes sustratos, para la obtención de plantines.

En este estudio se efectuó la comparación entre parcelas y tratamientos, mediante el método estadístico de comparación de medias. Los tratamientos fueron un conjunto factorial, teniendo como factores las estacas y los sustratos, cada factor tuvo dos niveles, tres repeticiones, esto para dividir o analizar los factores en orden de importancia con los siguientes tratamientos: T1 = a1 b1 (Estacas basales en sustratos 2:1), T2 = a2 b1 (Estacas medias en sustratos 2:1), T3 = a1 b2 (Estacas basales en sustratos 1:2), T4 = a2 b2 (Estacas medias en sustratos 1:2).

El trabajo de investigación duró un periodo de 150 días desde su inicio hasta la conclusión, se estudió las siguientes variables: días a la brotación, número de brotes, porcentaje de prendimiento, altura del brote principal, longitud de la raíz principal y grosor del brote principal; en condiciones de ambiente semi atemperado (cama caliente), en los días a la brotación de las estacas a los 36 días de ser almacigados presentó un promedio general de 5.72 brotes, en el número de brotes por tratamiento se alcanzó en promedio de 4.78 brotes, también el porcentaje de prendimiento presentó un promedio general 61.45 por ciento de

prendimiento, en la altura del brote principal a los 150 días obtuvo un promedio de 16.7 cm. de altura, en la longitud de la raíz principal al final del experimento obtuvo un promedio general de 14.08 cm. y finalmente en el grosor del brote principal presentó 2.5 mm como promedio general.

Al finalizar podemos decir, las plántulas de espina de mar (*Hippopae rhamnoides*) obtenido con estacas basales en sustrato 2:1 (turba y arena) del tratamiento 1 obtuvo mejores resultados en todas las variables propuestas: a los 36 días a la brotación logró mejor brotación con 7.3 brotes, en el número de brotes por estaca con 5.03 brotes promedio, mejor porcentaje de prendimiento de 82.5%, el de mayor altura del brote principal de 18.23 cm., mayor longitud de raíz principal con 16.03 cm. y mayor grosor del brote principal con 2.7 mm.; es importante mencionar que el tratamiento 1 estacas basales en sustrato 2:1 (turba y arena) se diferenció de otras plántulas obtenidas en los diferentes tratamientos.

## 1. INTRODUCCION

El altiplano de Bolivia se caracteriza por las condiciones climáticas poco favorables para el desarrollo de los cultivos. Es así que son pocas las especies que prosperan con índices de relativa seguridad medioambiental. Por otra parte, las condiciones ecológicas y edafológicas son muy frágiles, observándose la reducción paulatina de la fertilidad de los suelos como consecuencia de la erosión hídrica, erosión eólica, la sobre-explotación de los campos agrícolas y el sobre-pastoreo de praderas nativas. El altiplano y las laderas de cordilleras circundantes presentan niveles críticos de productividad.

Bajo esta realidad, es muy importante la búsqueda de alternativas que puedan garantizar la conservación y mejoramiento del recurso suelo, proporcionar seguridad alimentaria para la población y generar excedentes redituables. Con este propósito se ha planteado la posibilidad de introducir las especies de *Sea buckthorn*, que en español se denomina “espina de mar” en las zonas altas y laderas de Bolivia.

“La espina de mar” pertenece al género *Hippophae*, familia *Elaeagnaceae*, esta compuesta por varias especies y subespecies distribuidas extensamente en las zonas templadas de Asia y Europa, estas especies se caracterizan por presentar plantas dioicas, es decir, existen plantas macho y plantas hembra, por lo que es importante la presencia de ambas para la fructificación.

Existen plantas arbustivas y arbóreas de hoja caduca y adaptada a zonas áridas. En general, “la espina de mar” presenta una enorme plasticidad en cuanto a adaptación ecológica.

“la espina de mar” no es una leguminosa pero tiene capacidad para fijar nitrógeno. Una vez establecida y adaptada, puede producir frutos y bayas que son ricas en vitamina C y la semilla posee alto contenido de aceites. Además, el follaje de la planta constituye una buena fuente de forraje para los animales.

Las especies de Hippophae presentan alta capacidad de adaptarse a condiciones adversas medioambientales de clima y suelo. Pueden crecer satisfactoriamente desde pocos metros hasta los 5200 m.s.n.m.; igualmente, pueden resistir temperaturas bajas hasta los -30 °C bajo cero y soportar altas temperaturas hasta de 40 °C. Algunas especies pueden crecer con solamente 300 mm de precipitación pluvial, otras pueden soportar inundaciones y otras pueden crecer bien en suelos salinos (Lu Rongsen, 1992).

La espina de mar puede ser propagada por diferentes formas, sin embargo, los métodos de multiplicación por semilla, por esquejes y cortes de brote son los más importantes.

La particularidad de sus raíces gemíparas favorece el repoblamiento natural aún sin la producción de semilla por lo que las perspectivas para el aprovechamiento múltiple en los sistemas de montaña frágil y semí-árida son alentadores (Lu Rongsen, 1992).

El mismo autor en (1992) indica, la forma mas común de multiplicar es mediante semilla, también es posible la propagación vegetativa mediante cortes de brotes tiernos y leñosos, siendo diferente la respuesta en el enraizamiento entre la edad de los brotes o ramas.

## **Justificación**

El altiplano de La Paz se caracteriza por tener climas diferentes, poco favorables para el desarrollo agrícola y pecuario, debido a factores producidos por la naturaleza y el hombre los cuales son: erosión eólica y erosión hídrica, elevada evapotranspiración, déficit hídrico, precipitaciones escasas, temperaturas extremas, sobre explotación de cultivos, sobre pastoreo y la falta de una cultura de conservación y manejo de suelos.

Sin embargo es necesario mencionar que en el altiplano del departamento de La Paz, existe excelentes resultados en la adaptación de esta especie forestal arbustiva, forrajera e industrial, que sobrepasó las expectativas iniciales que están cifradas en la espina de mar para combatir la erosión de suelos, engorde de animales (ovinos, vacunos, porcinos, etc.) y la industrialización del fruto

La espina de mar puede ser propagada por diferentes formas: multiplicación por semillas, por estacas, por esquejes y cortes de brote. Sin embargo, al no tener las condiciones oportunas para conseguir la semilla en nuestro contexto.

Por lo tanto de todo lo mencionado con anterioridad, es necesario conocer el comportamiento de la Espina de mar como especie introducida al altiplano, bajo ambientes atemperados en la primera etapa de desarrollo de esta especie, desde la brotación hasta el prendimiento de las estacas en almacigo, a partir de tratamientos de estacas, basales e intermedias; tipo de sustratos, turba y arena, evaluando su respuesta favorable.

El presente trabajo busca una de las alternativas para reproducir plantines de espina de mar, por ello se propuso trabajar en la investigación mediante propagación vegetativa a través de estacas de la espina de mar en diferentes sustratos, siendo la más recomendable y accesible en nuestro contexto;



## **Objetivo General**

Evaluar la propagación vegetativa de espina de mar (*Hippopae rhamnoides*), mediante estacas en diferentes sustratos, para la obtención de plantines.

## **Objetivos específicos**

- Comparar el prendimiento y desarrollo de las estacas basales e intermedias.
- Determinar el efecto de dos sustratos en el porcentaje de prendimiento de la espina de mar.

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 Espina de mar**

#### **2.1.1 Origen e importancia de la Espina de Mar.**

El nombre de Espina de Mar, puede estar relacionado al hecho, que en Inglaterra los pequeños arbustos y árboles de Espina de Mar crecen a lo largo de las dunas y playas de mar, Similarmente los alemanes traducen el nombre a Espina de Arena. (Grieve, 1931; citado por Lu Rongsen 1992)

La Espina de Mar es una planta originaria de la República Popular China, es una planta donde sus raíces ayudan a controlar suelos erosionados por el agua, recupera los suelos y hace que aumente la producción de otros cultivos; sus hojas sirven como forraje para los ganados, sus frutos sirven para la industrialización de productos como medicamentos, jugos, alimentos, cosméticos, vinos, etc. Lu. Rongsen (1992) Asimismo se considera que la región montañosa del Himalaya es el probable centro de origen del genero *Hippophae* L. La Espina de Mar, es la planta típica del continente Euroasiático, distribuida en su totalidad de la región (Lu Rongsen 1992).

Es necesario mencionar como ha sido introducido a Bolivia y qué trabajos ya existen: la primera introducción de “espina de mar” en Bolivia data de 1994 y a la fecha se tiene escasos ejemplares sobrevivientes en Letanías provincia Ingavi del departamento de La Paz, (Centro de Letanías del Instituto de Ciencias Alimenticias “Instituto Benson”, Brigham Young Universit, Provo, Utah, E.U.A.), en Patacamaya en el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (I.B.T.A.), y actualmente se están realizando trabajos en la primera fase (multiplicación por semilla), en la Carrera Técnica Superior Agropecuaria de Viacha (C.T.S.A.V.), y en el Tecnológico Agropecuario de Caquiaviri (T.A.C.).

### **2.1.2 Características de la espina de mar.**

La especie *H. Rhamnoides* es un complejo taxonómico integrado por varias sub-especies. “La espina de mar” está considerada como una especie multipropósito para las zonas áridas. Una pradera establecida de “espina de mar” puede fijar nitrógeno y producir suficiente materia verde para la alimentación de los animales domésticos (Rongsen, 1992).

La forma más común de multiplicar es mediante semilla, aunque es posible la propagación vegetativa mediante cortes de brotes tiernos y leñosos, siendo diferente la respuesta en el enraizamiento entre la edad de los brotes o ramas (Lu. Rongsen, 1994).

La particularidad de sus raíces gemíparas favorece el repoblamiento natural aún sin la producción de semilla por lo que las perspectivas para el aprovechamiento múltiple en los sistemas de montaña frágil y semi-árida son alentadores (Lu. Rongsen, 1992).

El potencial de esta especie es enorme, la planta tiene múltiples usos como el aprovechamiento de sus hojas en la alimentación animal, elaboración de té en sobres permeables, producción de frutos excepcionalmente ricos en vitamina C derivándose de ello un a veintena de productos medicinales, bebidas y cosméticos (Sea buckthorn, Aikon Sea buckthorn pharmaceutical, y China Nacional Sea Buckthorn Office,). sin año de publicación.

**Cuadro 1. Especies introducidas por el Instituto Benson en 1994.**

<b>Nº</b>	<b>Especies</b>	<b>Procedencia</b>
1	<b>H. tibetana</b>	<b>Nepal (H. ti. Ne.)</b>
2	<b>H. salicifolia</b>	<b>Nepal (H. sa. Ne)</b>
3	<b>H. rhamnoides ssp. Turkistanica</b>	<b>China (H. rh. Tk. Ch.)</b>
4	<b>H. rhamnoides ssp. Turkistanica</b>	<b>India (H. rh. Tk. In.)</b>
5	<b>H. rhamnoides ssp. Gyantensis</b>	<b>China (H. rh. Gy. Ch.)</b>
6	<b>H. rhamnoides ssp. Sinensis fruto</b>	<b>China (H. rh. Si. Ch. Gr.)</b>
7	<b>grande</b>	<b>China (H. rh. Si. Ch. Nrd)</b>
8	<b>H. rhamnoides ssp. Sinensis fruto</b>	<b>(H. rh. Ib.)</b>
	<b>normal</b>	
	<b>H. rhamnoides</b>	

Fuente: BENSON Agricultura Food Institute Corporación,(1994)

### **2.1.3 Bondades.**

Las especies de *Hippophae* presentan alta capacidad de adaptarse a condiciones adversas de clima y suelo. Pueden crecer satisfactoriamente desde pocos metros hasta los 5200 m.s.n.m., igualmente, pueden resistir temperaturas bajas hasta los -30 °C bajo cero y soportar hasta los 40 °C. Algunas especies pueden crecer con solamente 300 mm de precipitación pluvial, otras pueden soportar inundaciones y otras pueden crecer bien en suelos salinos (Lu. Rongsen, 1992).

### **2.1.4 Propagación.**

“La espina de mar” puede ser propagada por diferentes formas, sin embargo, los métodos de multiplicación por semilla, por esquejes y cortes de brote son los más importantes (Lu. Rongsen, 1992).

Según (Hartmann, 1998), indica que la propagación asexual es necesaria en cuanto a que involucran divisiones mitóticas de las células que duplican el genotipo de la planta, a esta duplicación genética se denomina clonación. El mismo autor indica que en la multiplicación por estacas solo es necesario que un nuevo sistema de raíces adventicias se desarrolle, ya que la estaca posee yemas con aptitud potencial para desarrollar nuevos vástagos.

La propagación asexual es necesaria cuando se tienen especies forestales que produzcan semillas con un bajo porcentaje de germinación o poca viabilidad

Según (Davies y Hartmann, 1988), mencionan a las raíces adventicias de dos tipos:

- **Raíces preformadas.** Preformadas se forman naturalmente durante los primeros periodos de desarrollo del vástago, pudiendo emerger antes de la realización de estacas o permaneciendo en dormición hasta que se realicen las mismas y sean colocadas en condiciones ambientales favorables.
- **Raíces de herida (inducidas).** Desarrollan solo después que la estaca es cortada, por efecto de la herida producida en la preparación de la misma. Estas raíces, son consideradas como formadas **de novo** (nueva formación).

## 2.2 Taxonomía.

El famoso botánico taxonomista Finlandés Arne Rousi, fue quien estudio y clasifico estas especies en 1971, dándole el nombre botánico de *Hippophae rhamnoides* L. de la subespecie Sinensis. Este género pertenece a la familia Elagnaceae que consiste en muchas especies y subespecies entre las cuales las

más importantes es la *Hippopae rhamnoides Linn.* Comúnmente conocida como espina de mar.

<b>Reino</b>	: Vegetal
<b>Familia</b>	: Elaegnaceae
<b>Genero</b>	: Hippophae
<b>Especie</b>	: Rhamnoides
<b>Subespecie</b>	: sinensis Rousi o China
<b>Nombre botánico</b>	: <i>Hippophae rhamnoides Linn</i>
<b>Nombre común</b>	: Espina de Mar (español) Seabuckthorn (Ingles) Saji (chino)

Rousi (1971), ha reconocido tres especies de *Hippophae* que son:

- . *Hippophae rhamnoides Linn.*
- . *Hippophae salicifolia D.*
- . *Hippophae tibertana Sehlcht.*

Fuente: Lu. Rongsen (1992).

### **2.3 Requerimiento climático y edafológico del cultivo.**

La espina de Mar, es una planta fuerte, que se asume que puede sobrevivir en condiciones severas de la naturaleza, como las que presenta el altiplano boliviano Lu. Rongsen, 1992.

#### **2.3.1 Temperatura.**

Según (Rongsen, 1992), La espina de mar, pertenece al grupo de plantas termofilas. Las especies de *Hippophae* presentan alta capacidad de adaptarse a

condiciones adversas, puede resistir temperaturas bajas hasta menos 43°C a mayores de 30°C.

### **2.3.2 Suelo y Salinidad.**

En su medio natural, las plantas de espina de mar se encuentran sobre pendientes, con suelos bien drenados y sedimentados así como en las orillas de los ríos, lagos y orillas de mar. Algunas de estas plantas se han desarrollado satisfactoriamente en suelos arenosos, pedregosos, con contenido de arcilla pesada, que son apropiados en algunas regiones siempre que exista un buen drenaje (Kong, 1994).

También pueden desarrollarse en altitudes de 700 hasta 4.000 msnm,. En China han demostrado que esta especie prospera en suelos con un pH promedio, desde 6 a 7, también mayores y menores a este promedio, esto indica que la acidez y la alcalinidad no son elementos limitantes para el desarrollo de esta especie (Lu. Rongsen, 1992).

### **2.3.3 Precipitación.**

Generalmente la Espina de Mar es una planta hidrófila, su hábitat natural, donde desarrolla mejor su crecimiento, es en los valles a orillas de ríos, laderas con sombra en las montañas donde la temperatura del aire y las condiciones del suelo no están adaptadas otros cultivos agrícolas. La mayoría de estas poblaciones donde crecen estas plantas, las precipitaciones pluviales oscilan entre 400 a 600 mm/año, por lo que es conveniente plantar estas especies (con fines comerciales), donde las precipitaciones no sean menores de los 400 mm/año, y mejor si existe sistema de riego (Lu. Rongsen, 1992).

## **2.4 Descripción morfológica de la planta.**

La Espina de Mar, es un arbusto de hoja caduca, usualmente espinosa, puede crecer en altas montañas, en áreas forestales con abundante agua y en las orillas de los ríos. Presenta una corteza áspera de color café o negra y una copa de color verde grisáceo, estos a menudo forman masivas árboles a lo largo de las riveras del río (Lu. Rongsen, 1992).

El mismo autor menciona que, las hojas son pequeñas y delgadas, cubiertas con cutículas finas y densos pelos en la parte del envés de la hoja y contiene bastante espina sobre el tallo. Todas estas características ayudan a reducir la pérdida de agua y resistir las sequías.

### **2.4.1 Raíz.**

Una planta de cinco años de vida, tiene desarrollada la raíz, hasta una profundidad de tres metros y sus raíces secundarias se extienden en forma horizontal entre 6 a 10 metros, Dos o tres años después de su plantación, las raíces de las plantas jóvenes, brotan de las raíces secundarias, creando de esta manera nuevas generaciones de plantas, (Rousi, 1971)

Según Lian 1988), señala, que un hongo micorrizo simbiótico, identificado como FLANKIA, ha sido encontrado en las raíces de la Espina de Mar, la simbiosis entre el hongo y la Espina de Mar, da lugar a la formación de los nódulos de la raíz que les permite fijar una máxima cantidad de nitrógeno de la atmósfera, habiéndose estimado que la capacidad de estas raíces para fijar nitrógeno es dos veces mayor al de la soja. Además de fijar nitrógeno, el nódulo de la raíz perenne, tiene la función de transformar y disolver la materia orgánica y mineral en un estado absorbible.



**Figura 1. Raíz de Espina de Mar**



#### **2.4.1.1 Fijador de Nitrógeno.**

La Espina de Mar tiene una excelente habilidad para desarrollar sus raíces en suelos pobres por su capacidad de fijar nitrógeno directamente del aire a través de los nódulos de sus raíces. Se estima que unos 180 Kg. de nitrógeno por ha/año puede fijarse en el suelo alrededor de la planta en áreas forestales. Sus raíces pueden transformar las materias orgánicas insolubles y minerales del suelo en mayor estado de absorción, además de mejorar las propiedades físico-químicas del suelo (MACA, 2004), EL Cuadro 1 muestra la cantidad de nitrógeno fijada por algunas leguminosas.

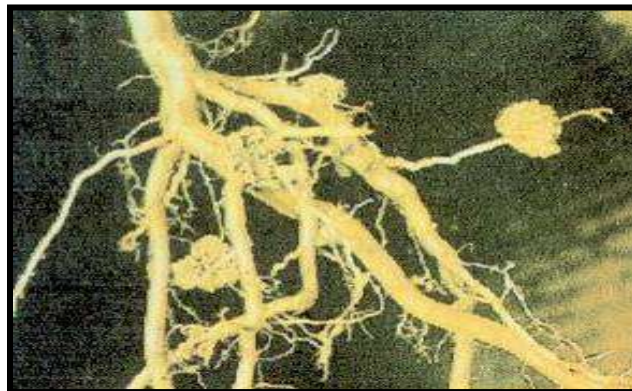
**Cuadro 2. Comparación en la fijación de nitrógeno de la Espina de Mar con otras leguminosas.**

<b>Leguminosas</b>	<b>Nitrógeno fijado (Kg./Ha)</b>
Alfalfa	194
Espina de mar	180
Trébol Ladino	179
Trébol dulce	119
Trébol rojo	114
Kudzu	107
Trébol blanco	103
Soja	58

Fuente: elaboración propia comparando valores de Liann y Tisdale

Rongsen (1992), indica que un hongo micorrizo simbiótico, identificado como FLANKIA, ha sido encontrado en las raíces de la Espina de Mar. La simbiosis entre el hongo y la Espina de Mar, da lugar a la formación de los nódulos de la raíz que les permite fijar una máxima cantidad de nitrógeno de la atmósfera habiéndose estimado que la capacidad de estas raíces para fijar nitrógeno es dos veces mayor al de la soya.

**Figura 2. Nódulos de raíz de Espina de Mar**



### **2.4.2 Tallo.**

La Espina de Mar es un pequeño árbol que crece hasta una altura de 1 a 5 m. Las ramas más jóvenes están cubiertas de una capa de corteza de color plateado que refleja la luz solar y reduce la pérdida de humedad (Lu. Rongsen, 1992).

### **2.4.3 Hojas.**

Las hojas son pequeñas usualmente de 3 a 8 cm. De largo y 0.4 a 1.0 cm. De ancho de forma lineal, lanceoladas y recubiertas por la parte atrás de la hoja con colores plateados, que refleja la luz solar y reduce la pérdida de humedad.(Lu. Rongsen, 1992).

### **2.2.4 Flores**

La Planta de espina de Mar presenta flores masculinas y femeninas y ambas no tienen néctar. (Lian Y., 1988).

#### **2.4.4.1 Flores femeninas.**

Según Lian Y. (1988), Las plantas femeninas producen los frutos, semillas y tienen flores sin pétalos y cada flor contiene un ovario y dentro un óvulo. La flor femenina depende casi enteramente del viento para la polinización.

El mismo autor indica que, los brotes florales de esta especie, están mayormente mezclados con brotes vegetativos. Estos brotes, aparecen habitualmente en las estaciones de verano y otoño, abriéndose generalmente a principios de primavera.

El sexo de una planta joven (plantón) de la espina de mar, no puede ser identificado hasta la operación y brote de la de la primera flor, en las plantas precoces esto puede ocurrir al tercer año, considerando que en aquellas plantas de crecimiento lento suele ocurrir en el tercer año, considerando que en aquellas plantas de crecimiento lento suele ocurrir en el quinto o sexto año. Lo que dificulta su identificación correcta de las plantas masculinas al momento de la plantación. (Liann Y., 1988)

**Figura 3. Flor femenina de Espina de Mar**

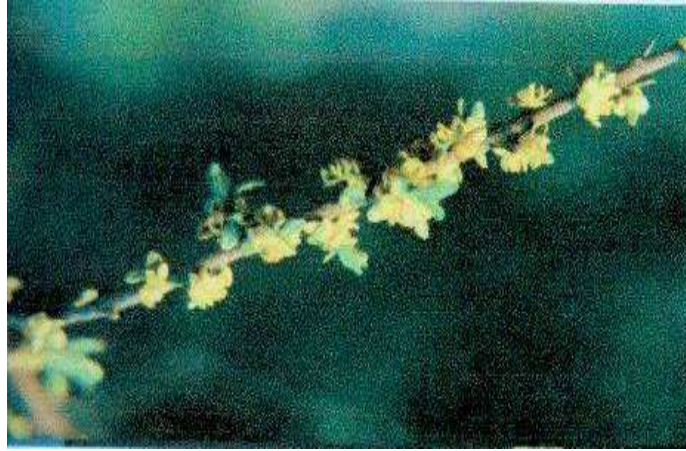


#### **2.4.4.2 Flores masculinas.**

Las flores masculinas producen polen y tienen flores sin pétalos. Cada flor contiene cuatro estambres, cuando la temperatura de la atmósfera oscila entre 6 a 10° C , las anteras se parten y el polen se esparce cuando sopla el viento. (LiannY., 1998)

Según Rousi (1971), Las abejas productoras de miel y otras variedades de insecto a menudo visitan las flores masculinas solamente para buscar las proteínas de polen y raramente visitan las flores femeninas. Los brotes florales de las plantas masculinas consisten de 4 a 6 flores y el brote floral consiste de una sola flor y rara vez de 2 a 3 flores.

**Figura 4. Flor masculina de Espina de Mar.**



#### **2.4.5 Fruto.**

La Espina de Mar, produce una fruta especial, que es diferente de otras frutas o bayas comunes, morfológicamente se desarrolla de un ovario y un tubo de cáliz el cual está estrechamente conectado al ovario (Lu. Rongsen, 1992).

La fruta es una combinación de una hendidura carnosa, jugoso, tamaño de una haba de color naranja a rojo, una vez maduro la fruta de Espina de Mar es rica en nutrientes tales como carbohidratos, ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, citado por Gonzáles, 1999).

Las frutas inmaduras son duras, de color verdoso, luego se tornan de color naranja y rojo anaranjado cuando están maduras; llegan a madurar en varios meses, esto da suficiente tiempo para cosechar, siendo que las frutas pueden permanecer en sus ramas hasta la próxima primavera. Durante el frío invierno, las frutas gradualmente se encogen y se caen, por ello llegan a ser alimento favorito para las aves (Rongsen, 1992).

Los frutos tienen un promedio de peso de 34.6 mg y largo de 7.8 a 9.4 mm (Lie *et al.*, 1997, citado por Claros, 2001).

**Figura 5. Frutos de espina de mar.**



## **2.5 Usos y beneficios.**

### **2.5.1 Medicinal.**

El valor medicinal de la Espina de Mar es constantemente seguido por los investigadores, habiendo desarrollado algunas decenas de medicamentos que se encuentran en diferentes formas: líquidos, pastas, polvos, linimentos, supositorios, aerosoles, píldoras, parches, etc. Estos medicamentos son utilizados en forma externa e interna (oral), para tratamientos tales como la mucositis oral, mucositis del recto, daños por radiación, quemaduras, escaldaduras, úlceras del duodeno, úlceras gástricas, úlceras de la piel causada por mal nutrición y otros daños de la piel ( Lu. Rongsen, 1992).

El mismo autor menciona que el fruto de espina de mar, tiene mas de 200 tipos de materia activa, contiene vitamina "C" de cinco a cien veces mas alta que cualquier otra fruta o vegetal conocido, lo cual permite el procesamiento de: medicamentos, tónicos jugos, refrescos, vinos y otros.

Lu. Rongsen, (1992), también menciona que, la pulpa y semillas contienen una alta calidad de aceite el cual es considerado muy importante en el contexto de la medicina. Es así que la fruta de la espina de mar, está siendo utilizado como un material puro sin mezcla para la producción de alimentos, medicinas, y cosméticos. Además sirve también como un recurso para la obtención de leña.

Los usos farmacológicos del aceite de espina de mar, fueron descubiertas por científicos de la Unión Soviética, y permiten controlar: la disminución de inflamaciones, desinfecciones bacterianas, alivio de dolores y regeneración de tejidos; esto implica que el aceite de Espina de Mar, puede ser utilizado para injertos de piel, cosmetología y tratamiento posterior a las operaciones y heridas.

### **2.5.2 Forraje.**

La hoja de la espina de mar tiene diferentes componentes alimenticios, es un excelente forraje para ganado bovino, caprino, camélido, ovino, porcino, e inclusive para peces y otros animales (MACA, 2004).

Necesita cuidados intensivos contra los animales en el primer periodo de establecimiento. Después de los tres años de plantación, la planta se vuelve perenne, entonces los animales como las cabras, ovinos y bovinos pueden alimentarse sin ningún cuidado tanto de sus hojas que todo el tiempo se mantienen verdes, como de sus frutos, que contienen mucha vitamina C y A, (MAGDR, 1994).

### **2.5.3 Utilización de residuos de frutas y semillas de Espina de Mar.**

Tanto los residuos de la semillas como de frutas de esta planta alcanzan al 20 % del total de su peso en fresco. Estos residuos son ricos en proteínas, grasas. Amino ácidos, vitamina C. grasas solubles, vitaminas A, D, E, y carotenoides, micro elementos, etc.

Las hojas de espina de mar y los residuos de frutas y semillas, son utilizadas como alimentación suplementaria que promueven el crecimiento de los animales y aves de corral e incrementan su productividad. Por ejemplo, con la alimentación suplementaria de hojas de la Espina de Mar los cerdos pueden aumentar de peso de 9.38 a 21.17% del total y las cabras lecheras pueden alcanzar de 6.24 a 6.33%, así como también los huevos de las gallinas incrementan de 8.7 a 13.3%. El contenido de caroteno tiende a incrementarse y el colesterol disminuye (Xuchuan *et al.*, 1989, citado por Lu. Rongsen, 1992).

Estos aditivos suplementarios, no afectan la propagación normal de los animales, tampoco la deformación de embriones. Al contrario estos aditivos suplementarios pueden promover el crecimiento y desarrollo de las actividades inmune organismos e incrementar en los animales la resistencia a la enfermedades (Xuchuan *et al.*, 1989, citado por Lu. Rongsen, 1992).

### **2.5.4 Conserva el suelo y el agua.**

La Espina de Mar también sirve para canalizar ríos y ser usada como gaviones transversales, impidiendo inundaciones súbitas. Asimismo se caracteriza por conservar y purificar el agua (MACA, 2004).



### **2.5.5 Leña**

Lu. Rongsen (1992) menciona que sirve también como un recurso para obtención de leña. A la edad de seis años, la especie forestal, puede llegar a producir en cada hectárea unas 18 tn de leña que es igual a 12.6 tn de carbón.

### **2.5.6 Otros**

El jugo obtenido de la pulpa de la fruta, es utilizado para la elaboración de bebidas, refrescos y algún otro alimento, los frutos contienen 35 % de pulpa, 8 a 10% de aceite en la semilla, de donde se extraen sustancias bio activas y varias clases de productos medicinales y cosméticos, principalmente desarrollados del aceite de la semilla, además de estos subproductos, también se ha logrado elaborar aceites para naves espaciales y la aviación (MAGDR, 1994).

Los frutos de la Espina de Mar contienen más de 100 tipos de nutrientes y sustancias bio activas. El contenido de la vitamina C en la pulpa del fruto, varia en un rango de 800-1.000 mg por 100 gr. de fruto, puede ser tan rica y tal como 2.000 mg. por 100 mg, el cual es muy alto comparado con cualquier otra fruta y hortaliza cultivada (MAGDR, 1994).

### **2.5.7 Siembra.**

Los plantines de Espina de Mar son débiles, entonces no deben ser sembrados profundamente. Si la superficie del suelo llega a secarse y ponerse dura, los plantines no llegan a brotar apropiadamente y se enrollan sofocándose bajo la superficie de la tierra.

## **2.6 Propagación de la Espina de Mar.**

### **2.6.1 Propagación por semilla.**

El cultivo de plantines por semilla es una tecnología simple y tiene algunas ventajas definidas, este método produce un gran número de plantines que requiere bajos costos con relación a otros métodos de propagación, los plantines producidos sobreviven mejor y crecen más rápido comparado con los esquejes (Rongsen, 1992).

### **2.6.2 Propagación vegetativa de la espina de mar.**

#### **2.6.2.1 Esquejes de madera dura.**

La Espina de Mar es una planta que se poliniza con el viento, Los plantines propagados por semillas no pueden mantener las características biológicas y propiedades económicas que sean genéticamente idénticas a las plantas madres seleccionadas (Lu. Rongsen, 1992).

Entre los plantines usualmente se encuentran un mayor número de plantas masculinas que femeninas, esto es muy difícil de distinguir antes de la floración y de la aparición de los frutos. La propagación por esquejes puede producir vástagos enraizados con algunas propiedades genéticas similares a las plantas madres por un corto tiempo, estos pueden dar frutos de 1 a 2 años antes. Esta es una importante tecnología para la propagación y mejoramiento de variedades, introducción y aclimatación de nuevas especies de la Espina de Mar con la finalidad de extender las superficies de plantaciones artificiales (Rongsen, 1992).

El mismo autor indica que, aunque la tecnología de propagación por esquejes de árboles de madera dura, han sido ampliamente utilizados por los profesionales

agrónomos, horticultores, forestales. Una significativa cantidad de investigaciones demostró que esta planta fácilmente desarrolla sus raíces a través de esquejes, pero aun su promedio de enraizamiento es incierto, por la susceptibilidad de que existen de las variadas condiciones ambientales en diferentes regiones.

### **2.6.2.2 Esquejes de madera blanda.**

Usualmente, esta técnica es un método de propagación efectivo, que necesita rociadores y una película (cubierta) plástica y otros equipos básicos. Los esquejes de los pequeños retoños, no tienen capacidad para formar raíces, las plántulas de este tipo de esquejes tropiezan con dificultades en la época de invierno. Los experimentos han demostrado que los retoños con moderado poder de crecimiento, en la misma capa de la corona y de la misma edad que son expuestos a la luz solar, son los más apropiados para esquejes, es aconsejable recolectar por las mañanas cuando sus hojas estén cubiertas por el rocío (Lu. Rongsen, 1992).

Cuando los esquejes (15 a 20 cm. de largo) son cortados de árboles madres deben ser inmediatamente puestos en bolsas plásticas para conservar, los mismos que permanecerán frescos durante tres días en estas condiciones. Los esquejes también pueden ser conservados en agua durante una semana sin perder su capacidad de enraizar.

### **2.6.3 Brotes y rebrotes.**

La particularidad de propagarse mediante hijuelos de raíz, ha sido confirmada en las plantas mantenidas en campo, en Patacamaya, las unidades plantadas en primavera han formado espontáneamente numerosas plantas nuevas a partir de raíces (Bonifacio, 1994).

Es un especie perenne, crece muy bien hasta los 15 años luego va disminuyendo en su desarrollo notablemente, pero tiene la ventaja de poder ser reemplazada por

otros brotes que nacen permanentemente, de las raíces, que hace que la población se mantenga normal y en muchos casos incrementada (Zapata, 1998)

**Figura 6. Frutos de espina de mar.**



#### **2.6.4 Asociación con otras especies.**

Se emplea la forestación mixta de espina de mar con otras especies como sauce, álamo, pino y cargana, los mismos que son plantados en la superficie de los defensivos de los ríos, que a través de sus raíces producen la compactación del suelo, hacen fuerte al golpe del agua y el viento (MAGDR, 1994).

Su gran extensión de plantación, en algunos casos en forma solitaria y otros en plantaciones mixtas con otras especies, como el sauce, el álamo y el pino, sabiendo que estos crecen verticalmente y la Espina de Mar se propaga horizontalmente, es decir haciendo una complementación perfecta, para el control de la erosión, porque la Espina de Mar disminuye el arrastre de suelo tanto por el viento y/o el agua, y las otras especies (sauce, álamo y pino), atenúa la caída de las gotas de agua, disminuye el golpe de granizo contra el suelo, controlando enormemente la erosión (MAGDR, 1994).

### **2.6.5 Enfermedades.**

El principal problema en el cultivo de la Espina de Mar es una enfermedad causada por una bacteria, *Pseudomonas syringe* causando el marchitamiento de la planta y posterior muerte de la misma (Yu, 1989), citado por Claros (2001).

En menor escala, se presenta una enfermedad causada por un hongo, *Cytospora sp.*, Afectando a las hojas causando el amarillamiento y posterior muerte de las mismas (Hu, 1995), citado por Claros (2001).

### **2.6.6 Plagas.**

La plaga más común es el gusano de la planta *Hippophae*, puede ser de las clases Tsherbinka-1, Vitaminnaya y Maslichnaya. Que solamente causa daño foliar de poca importancia para el rendimiento de la planta (Hu, 1995), citado por Claros (2001).

### **2.6.7 Substratos utilizados.**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 1986), considera el suelo como el medio para el crecimiento de las plantas, además que ofrece soporte mecánico, abastece de agua y oxígeno y proporciona nutrientes.

(Bonifacio, A. 1994), señala, que debe utilizarse material disponible localmente y no mezclas de tierra pesadas (arcillosas) sin aireación ni drenaje adecuado, porque éstas reducen la formación de raíces sanas y favorece el ataque de hongos.

### **2.6.7.1 Turba.**

Hartmann F. (1990), define a la turba, como sólido que forma a partir de restos de vegetación acuática, que se presenta en diferentes estados de descomposición dependiendo de su material de origen. Las de color café claro o amarillento, están formadas por restos de gramíneas, espadañas o juncos y tienen reacción ácida.

### **2.6.7.2 Arena.**

Hartmann F. (1990), identifica a la arena como sólidos de 0.05 a 2.0 mm de diámetro que depende en forma directa de la roca materna que virtualmente no contiene nutrientes minerales ni capacidad amortiguadora respecto a sustancias químicas, por lo que la porción líquida y gaseosa del suelo adquieren su importancia porque tienen minerales en solución, oxígeno y bióxido de carbono.

El mismo autor manifiesta que la “arena de río cernida, lavada y desinfectada, es un buen substrato y permite controlar eficientemente el ataque de hongos causados de chupadera fungosa; pero tiene el inconveniente de que las plantas no pueden permanecer mucho tiempo en la almaciguera, porque la arena carece de reservas nutritivas”.

### **2.6.7 Ambientes Atemperados.**

La región altiplánica presenta condiciones climáticas adversas como las sequías, heladas, y bajas temperaturas, por que para asegurar la producción de especies deben construirse ambientes protegidos o atemperados. En diferentes tipos de estos ambientes, como ser: carpas solares, invernaderos, túneles subterráneos denominados hualipinis, camas calientes y otros. Las características técnicas de los ambientes atemperados construidos en el altiplano son por lo general sencillas y aprovechan fundamentalmente la energía solar pasiva (Hartman, 1990).

### **2.6.7.1 Locales para la propagación asexual.**

Hartmann F. (1990) mencionan “camas calientes”, como cajas de madera con calor proporcionado por debajo del medio de propagación, mientras que las “camas frías” no tienen calor artificial. Se consideran también locales con techo fijo como invernadero de vidrio, madera, metal y plásticos. SEMTA (1989), para manejo en intemperie considera las “camas orgánicas protegidas” como una superficie de terreno atemperado para contrarrestar las bajas temperaturas producidas por las heladas.

### **2.6.8 Estratificación en arena.**

Raña (1944), prefiere para el enraizamiento la arena de río, donde las estacas se estratifican húmedas, sueltas o reunidos en paquetes, sin dejar espacios de aire que podrían ser perjudiciales. Puede colocarse en posición vertical o ligeramente inclinada o invertida.

CESA (1989), indica que ensayos con buddleia incana han mostrado mejores prendimiento con estacas estratificadas en arena por tres días.

Hartmann F. (1990), recomiendan arena suficientemente fina como para retener algo de humedad y lo bastante gruesa para permitir que el agua se drene fácilmente a través de ella. Cuando se usa solo arena, producen raíces largas, no ramificadas, ásperas y quebradizas. En medio de arena, en combinación con otros sustratos, las raíces ramifican bien, son delgadas y flexibles.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización.**

**Figura 7. Carrera Técnica Superior de Agropecuaria de Viacha**



El presente estudio se realizó en los predios de la Carrera Técnica Superior Agropecuaria de Viacha. Dependiente de la Facultad de Agronomía de la U.M.S.A. ubicada en la ciudad de Viacha Provincia Ingavi Departamento de La Paz.

##### **3.1.1 Ubicación geográfica.**

Viacha se encuentra ubicada a 32 Km al sur oeste de la ciudad de La Paz, entre los paralelos 16°17' de longitud Oeste, a una altitud de 3830 msnm. (Canaviri, 2003)



Figura 8. Mapa de ubicación



### **3.1.2 Características Climáticas**

#### **3.1.2.1 Precipitación**

Existe Una precipitación pluvial con un promedio anual de 460 mm. Cerca del 60% tiene lugar en Diciembre a Febrero (Montes de Oca 1997).

#### **3.1.2.2 Temperatura**

La temperatura promedio anual varia 10 °C en verano (Diciembre – Febrero) y de 7.4 °C en invierno. Las variaciones de temperatura están en función a la época del año registrándose las temperaturas mas bajas en los meses de Mayo a Julio (Montes de Oca 1997).

Biotemperatura media anual de 7.7 °C, además una escarcha de temperatura critica todos los meses (Montes de Oca 1997).

### **3.2 Materiales.**

#### **3.2.1 Características de la cama caliente.**

La cama caliente donde se trabajo, presenta las siguientes características:

- . Cama tipo media agua
- . Estructura con paredes de adobe
- . Cubierta de agrofilm
- . Altura de las paredes 1.40 m. 0.60 m.
- . Con orientación de este a oeste.
- . Con un área de 8.4 m<sup>2</sup>.

### **3.2.2 Material vegetal**

- Se utilizo estacas de Espina de Mar. de la variedad *Hippophae ramnoides* ssp. Sinensis Rousi.
- Cantidad de estacas utilizadas 120 unidades, de 10 a 12 cm. de longitud, de 0.8 a 0.10 cm. de diámetro.

### **3.2.3 Material y herramientas**

- Pala punta de huevo
- Picota caminera
- Regadera
- Vernier
- Recipientes
- Tijera manual para poda chica
- Flexo metro
- Taminizador
- Bolsas de yute
- Repicadora
- Bolsas de polietileno: 15cm. Ancho, 25cm. Altura
- Turba
- Arena fina
- Formol
- Estiércol
- Maderas para almacigueras
- Clavos
- Lata

### **3.2.4 Material de gabinete y equipo**

- Hojas
- Bolígrafos
- Cámara fotográfica
- Película
- Computadora
- Calculadora
- Diskets
- Lápices

### **3.3 Metodología**

En base a experiencias realizadas en el vivero forestal de Viacha, encontramos una adecuada utilización metodológica en el manejo de reproducción de plantines de diferentes especies, para realizar este trabajo se utilizó parte de esta metodología.

#### **3.3.1 Preparación del material vegetal para la obtención del propósito**

- Se procedió a preparar estacas de la parte media inferior del tallo (basales) estas que cuenten con 8 a 12 yemas, ha estos se los realizó un corte por debajo de la yema un corte recto en la parte inferior y en la parte superior por encima de la yema se hizo un corte en bisel.
- También se obtuvo estacas de la parte media superior del tallo (tres cuartos) que cuenten con 8 a 12 yemas, en cuanto a los cortes estos tuvieron el mismo corte que las anteriores.

### **3.3.2 Métodos de enraizamiento.**

#### **3.3.2.1 Preparación de almacigueras.**

Las almacigueras o cajones se construyeron de madera, para este fin se requiere 12 pequeños cajones, las medidas son: 25 cm. de largo, 20 cm. de ancho y 22 cm. de altura, por razones de manejo construimos 2 almacigueras grandes comprendidas de 6 unidades cada una, entonces se construyó con las siguientes medidas: 70 cm. de largo, 58 cm. de ancho y 22 cm. de altura, la parte inferior cubrirá una plancha agujereadas en diferentes partes para su respectivo drenaje.

#### **3.3.2.2 Preparación del sustrato y desinfección.**

En la preparación del sustrato, se utilizó la solución de turba y arena (1: 2 arena y turba), (1: 2 turba y arena).

La desinfección de los sustratos se realizó con debida anticipación y se desinfecto con formol al 40 % en una mezcla de 150 ml. de formol, diluido en 12 litros de agua roseando sobre los sustratos homogéneamente; posteriormente se procederá a cubrir con plástico transparente para que haga efecto el desinfectante, permaneciendo cubierto de 15 a 20 días y por ultimo se descubre el plástico haciendo ventilar al aire libre por un tiempo mínimo de 8 días.

#### **3.3.2.3 Estratificación**

Esta técnica se denomina “estratificado por arena” que consiste en abrir un hoyo de 40 x 40 x 50 cm., se llenó este hoyo con partículas de arena fina de 0.2 mm.

La finalidad de este proceso es que al enterrar las estacas se regula la humedad (60 a 80 %) y la temperatura (4 °C) y es constante, lo cual al cortar la fotosíntesis hay acumulación de auxinas y giberelinas en las partes bajas de las yemas de las estacas, esto con el fin de que al momento del repique pueda enraizar con una mayor probabilidad y rapidez al igual que el rebrote de nuevas hojas.

El tiempo de estratificado se realizó durante tres semanas, haciendo rotar de posición las estacas cada 10 días de arriba hacia abajo. Se puso la mitad del número total de los dos tipos de estacas en posición diagonal con 60 % de inclinación los mismos fueron cubiertas con arena fina hasta unos 10 cm. Por encima de ellas.

#### **3.3.2.4 Estacado**

El estacado se realizó en las almacigueras preparadas con los respectivos sustratos y se puso las estacas con una inclinación de 60° desde la base.

#### **3.3.2.5 Fase de vivero**

En esta fase de vivero, la espina de mar permaneció por cierto tiempo hasta que la especie haya logrado su adaptabilidad, una altura adecuada, para que posteriormente puedan ser trasplantados en el campo definitivo.

### **3.4 Diseño experimental**

Para realizar la comparación entre parcelas y tratamientos se aplicó el método estadístico de comparación de medias en bloques al azar. Los tratamientos fueron un conjunto factorial, teniendo como factores las estacas y los sustratos, cada factor tuvo dos niveles.

#### **3.4.1 Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = u + O_i + B_j + E_{ij}$$

### 3.4.2 Factores en estudio

**Factor A:** Tipos de estacas

a 1 = Estacas básicas

a 2 = Estacas medias

**Factor B:** Tipos de Sustratos

b 1 = Sustrato (2 : 1 turba y arena)

b 2 = Sustrato (1 : 2 turba y arena)

En la presente investigación, se estudiaron 12 unidades experimentales, comprendidos de 4 tratamientos, 3 repeticiones, el nivel de significancia 0.05 % y para la prueba de comparación de medias de los diferentes tratamientos, se empleo la prueba de Duncan.

### 3.4.3 Tratamientos

**T1** = a1 b1 (Estacas Básicas en Sustratos 2:1 turba y arena)

**T2** = a2 b1 (Estacas Medias en Sustratos 2:1 turba y arena)

**T3** = a1 b2 (Estacas Básicas en Sustratos 1:2 turba y arena)

**T4** = a2 b2 (Estacas Medias en Sustratos 1:2 turba y arena)





### **3.5 Variables de respuesta.**

Para observar la influencia del tipo de estacas, en combinación con sustratos en la propagación vegetativa de la espina de mar (*Hippophae ramnoides*) se tomaron las siguientes medidas:

- Días a la brotación (número de brotes) a los 15, 22, 28 y 36 días.
- Número de brotes (promedio de estacas) a los 150 días.
- Porcentaje de prendimiento (%) a los 150 días.
- Altura del brote Principal (cm.) a los 90, 120 y 150 días.
- Longitud de la raíz (cm.) a los 150 días.
- Grosor del brote Principal (cm.) a los 150 días.

#### **3.5.1 Días a la brotación**

Se tomó datos una vez por semana, desde la plantación hasta el momento de la emisión de los primeros brotes de sus yemas.

#### **3.5.2 Número de brotes**

Dato obtenido mediante el conteo de brotes por estacas una vez finalizada el experimento solo de los que sobreviven.

#### **3.5.3 Porcentaje de prendimiento**

Para la medición del prendimiento de las estacas de espina de mar se observó el número de estacas prendidas por tratamiento sobre el número de estacas total plantadas por tratamiento (emisión del sistema radicular) al final del experimento expresado en porcentaje (%) a los 150 días.

#### **3.5.4 Altura de brote principal**

La altura del brote principal se midió en diferentes momentos del crecimiento de cada unidad experimental a los 90, 120 y 150 días desde la instalación de la investigación hasta la conclusión del mismo. Para la medición, se utilizó una regla graduada en cm. Midiendo desde el cuello hasta la yema apical de la plántula.

#### **3.5.5 Longitud de raíz**

Variable que se registró al finalizar el experimento, se tuvo cuidado en extraer 3 plántulas del almacigo mas su raíz, se remojó en agua para poder limpiar la tierra y estirar la raíz principal, para poder medir con la ayuda de una regla graduada en cm. la longitud de esta a los 150 días.

#### **3.5.6 Grosor del brote principal.**

El grosor del brote principal, fue evaluado durante su crecimiento en las unidades experimentales a los 150 días, ultima fase. Para la medición, se utilizó vernier graduado en cm. midiendo la parte media del tallo principal.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Evaluación del experimento.

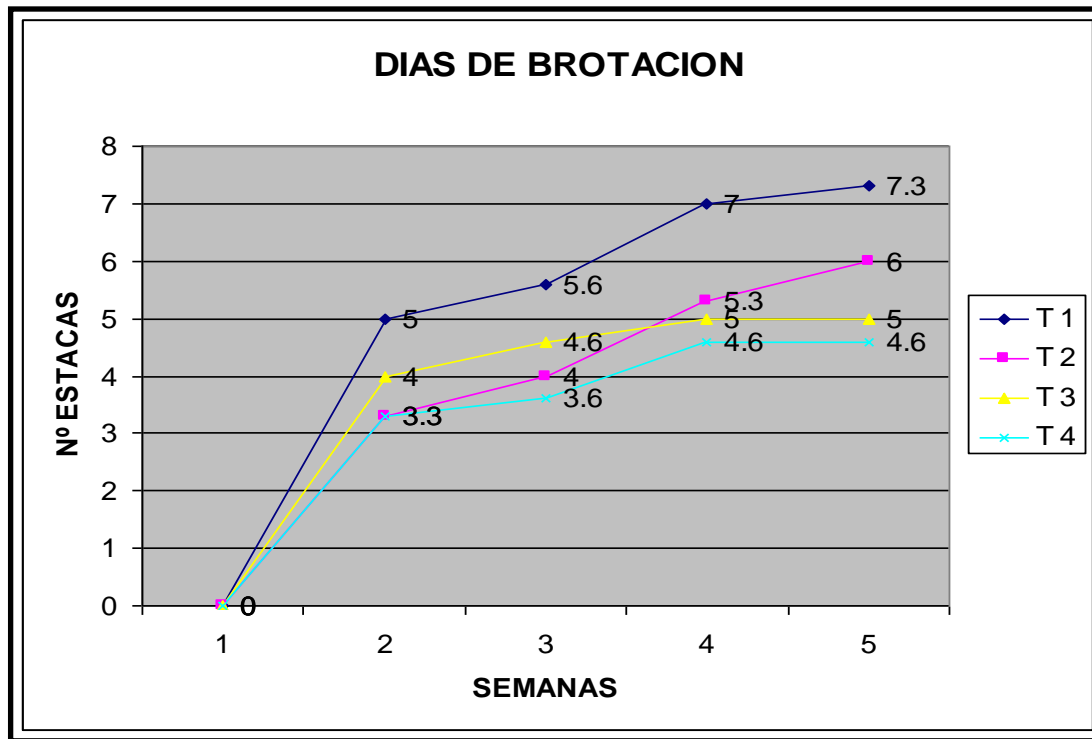
Durante la evaluación del experimento se tomaron 12 unidades experimentales, para evaluar los efectos de las estacas y sustratos, en el prendimiento de estacas de espina de mar considerando las siguientes variables: Días a la brotación, número de brotes, altura de brote principal, porcentaje de prendimiento, longitud de raíz y el grosor del brote principal.

### 4.2 Días a la brotación.

**Cuadro 3. Días a la brotación de estacas por semanas**

FECHA	MES	DÍA	TRATAMIENTO				PROMEDIO
			T 1	T 2	T 3	T 4	
7	Octubre	7	-	-	-	-	-
14	Octubre	14	5	3.3	4	3.3	<b>3.9</b>
21	Octubre	21	5.6	4	4.6	3.6	<b>4.45</b>
28	Octubre	28	7	5.3	5	4.6	<b>5.475</b>
4	Noviembre	35	7.3	6	5	4.6	<b>5.725</b>

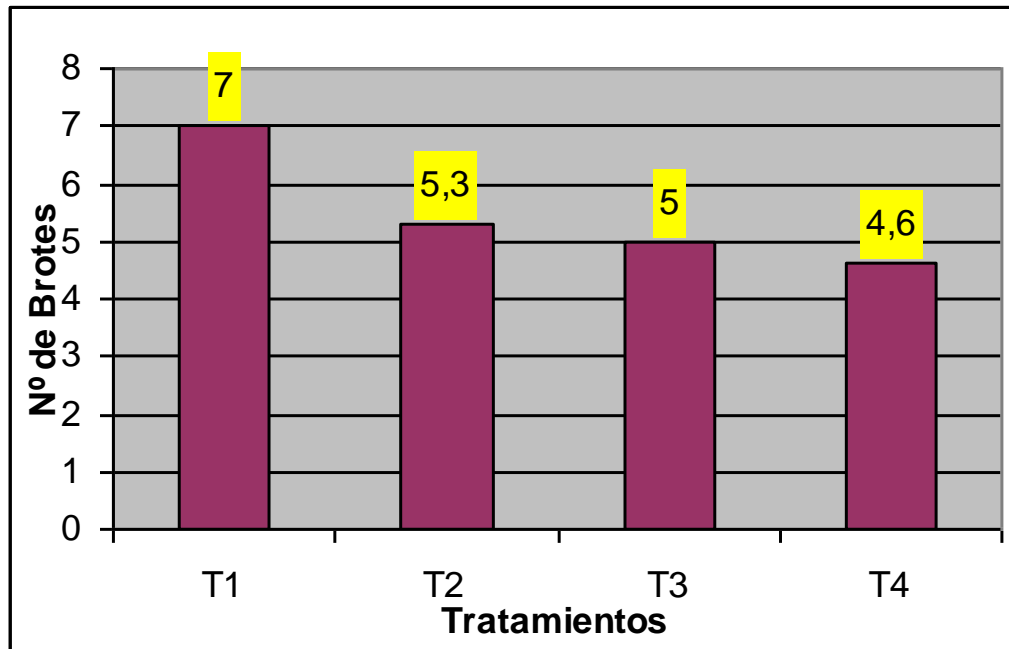
Figura 9. Variación semanal de brotación de las estacas.



Observando el cuadro 3, podemos mencionar que los brotes de las estacas de espina de mar, tienen su inicio a partir de la segunda semana (14 días) después de ser almacigado hasta la quinta semana (35 días).

En los primeros 7 días no se pudo observar rebrotes en las estacas, a partir de la segunda semana se vio los rebrotes con un promedio total de los tratamientos de 3.9 brotes, en la tercera semana, se contabilizó los rebrotes en un promedio de 4.45 brotes, a partir de la cuarta semana se pudo observar un incremento de rebrotes pudiéndose contabilizar un promedio de 5.47 brotes, en la quinta semana no se observó incremento en los rebrotes, lo cual se observó en menor cantidad el incremento de 5.72 brotes

**Figura 10. Días a la brotación de las estacas a los 28 días de ser almacenado**



De acuerdo a la figura 10, los resultados obtenidos en el presente experimento indicando que el T 1 ( estacas basales en sustrato 2 : 1 ) obtuvo el mayor numero de rebrotes con 7.0 , seguida del tratamiento 2 ( estacas medias en sustrato 2 : 1 ) con 5.3 brotes, el tratamiento 3 ( estacas basales en sustrato 1 : 2 ) con 5.0 brotes, finalmente obtuvo el tratamiento 4 ( estacas medias en sustratos 1 : 2 ) con 4.6 brotes.

La variación de rebrotes en las estacas puede ser explicado: al grado de selección del diámetro de las estacas, por su proximidad al tallo principal, edad de los árboles, mayor número de chichones, la estratificación en arena; todos estos factores influyeron en el proceso de los rebrotes.

Pretell et al (1985), menciona, que los esquejes seleccionados para la propagación deben ser: de 8 a 12 cm. de longitud, tener mayor numero de

chichones, mayor de 4 años y recomienda trabajar en condiciones ambientales atemperados (carpas) y utilizar hormonas de enraizamiento.

Lu. Rongsen (1992), indica, que la estación de primavera es la apropiada para el almacigo de estacas de espina de mar, debido a que las características del ambiente son favorables para el rebrotes de las estacas y en esta época mueren en menor porcentaje las plántulas en relación a los que fueron almacigados en otoño.

**Cuadro 4. Análisis de varianza de los Días de brotación de las estacas a los 28 días.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	3	9.66	3.22	12.88 **	4.76	9.78
<b>Bloques</b>	2	0.5	0.25	0.53 N S	4.76	9.78
<b>Error</b>	6	2.84	0.47			
<b>Total</b>	11	13				

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

NS No existen diferencias

De acuerdo al análisis de varianza para los días a la brotación a los 28 días, presentado en cuadro 4, muestra estadísticamente que existe diferencias altamente significativa a nivel de 5 por ciento ( $F_c > F_t$ ), entre tratamientos (tipo de estacas, tipo de sustratos), podríamos inferir que el tipo de estacas y sustratos influyen dependencias, para obtener mayores números de rebrotes en las estacas.

Para la significancia de los bloques, nos muestra estadísticamente una diferencia no significativa.

**C. V. = 12.46 %**

El coeficiente de varia El coeficiente de variabilidad CV, obtenido para los días de brotación a los 28 días fue de 12.46 %, que demuestra la confiabilidad de nuestra información y que los datos se encuentra dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos agrícolas y forestales.

**Cuadro 5. Prueba de medias Duncan para la variable días a la brotación de las Estacas a los 28 días.**

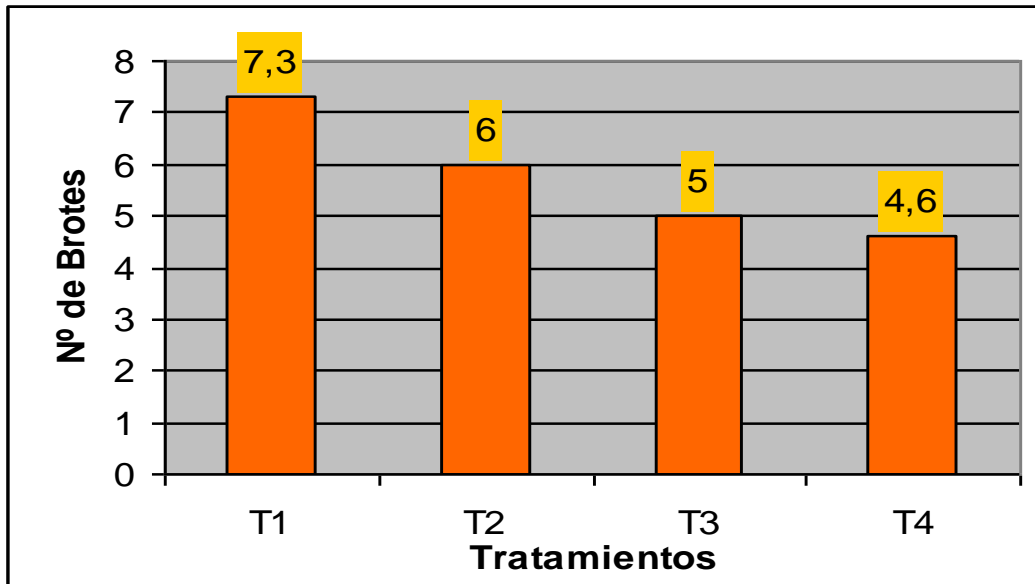
<b>Tratamiento</b>	<b>Numero de rebrotes</b>	<b>Prueba Duncan</b>
<b>T1 = (a1 b1)</b>	<b>21</b>	<b>A</b>
<b>T2 = (a2 b1)</b>	<b>16</b>	<b>B</b>
<b>T3 = (a1 b2)</b>	<b>15</b>	<b>B</b>
<b>T4 = (a1 b2)</b>	<b>14</b>	<b>B</b>

Letras iguales son estadísticamente similares (0.05)

Como se puede observar en el cuadro 5, la comparación de medias efectuada para la variable de los días a la brotación entre tratamientos mediante la prueba duncan, nos muestra que el tratamiento 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1) obtuvo mayor brotación promedio por estacas con 21 brotes, presentando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos: tratamiento 2 (estacas medias en sustratos 2 : 1) que obtuvo un promedio de 16 brotes, tratamiento 3 (estacas basales en sustrato 1 : 2) el cual obtuvo un promedio de 15

brotos, y finalmente el tratamiento 4 ( estacas medias en sustratos 1 : 2), que obtuvo un promedio de 14 brotes.

**Figura 11. Días a la brotación de las estacas a los 36 días de ser almacenado**



De acuerdo a la figura 11, para realizar la evaluación del aumento de rebrotes, se pudo observar que no hubo incremento de rebrotes significativos, en base a los resultados obtenidos, lo cual indica que el T 1 (estacas basales en sustrato 2 : 1) obtuvo un promedio de 7.3 brotes, seguida del T 2 (estacas medias en sustrato 2 : 1) con 6.0 brotes y finalmente los tratamientos 3 y 4 no incrementaron su brotes ; T 3 con 5 brotes y T 4 con 4.6 brotes.

El bajo incremento de brotes en la quinta semana podría ser explicado debido a que: Se trabajó con estacas que tenían un promedio de 8 a 12 chichones aproximadamente, también se pudo observar deterioros en los chichones al realizar el proceso de selección para la estratificación en arena.



**Cuadro 6. Análisis de varianza de los días a la brotación de las estacas a los 36 días.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	3	12.91	4.30	17.2 * *	4.76	9.78
<b>Bloques</b>	2	0.15	0.25	0.53 N S	4.76	9.78
<b>Error</b>	6	2.84	0.47			
<b>Total</b>	11	16.25				

\* Diferencia significativa  
 \* \* Diferencia altamente significativa  
 NS No existen diferencias

De acuerdo al análisis de varianza para los días a la brotación de estacas a los 36 días, presentado en el cuadro 6, muestra que estadísticamente existe diferencia significativa a nivel de 5 % (  $F_c > F_t$ ); entre tratamientos (tipo de estacas, tipo de sustratos), presentándose una diferencia altamente significativa, debido: A que ambos factores actúan independientemente para contribuir a que las estacas presenten signos de desarrollo y aumento de brotes, por lo que el sustrato seguirá proporcionando nutrientes para el desarrollo de estos, otra diferencia se podría atribuir al comportamiento silvicultural propio de la especie.

No se encontró diferencia significativa entre bloques para los días a la brotación.

**C. V. = 11.92 %**

El coeficiente de variabilidad (CV.), obtenido para los días de brotación fue de 11.92 %, que demuestra la confiabilidad de nuestra información y que los datos se encuentra dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos agrícolas y forestales.

**Cuadro 7. Prueba de medias Duncan para la variable de los días de brotación a los 36 días.**

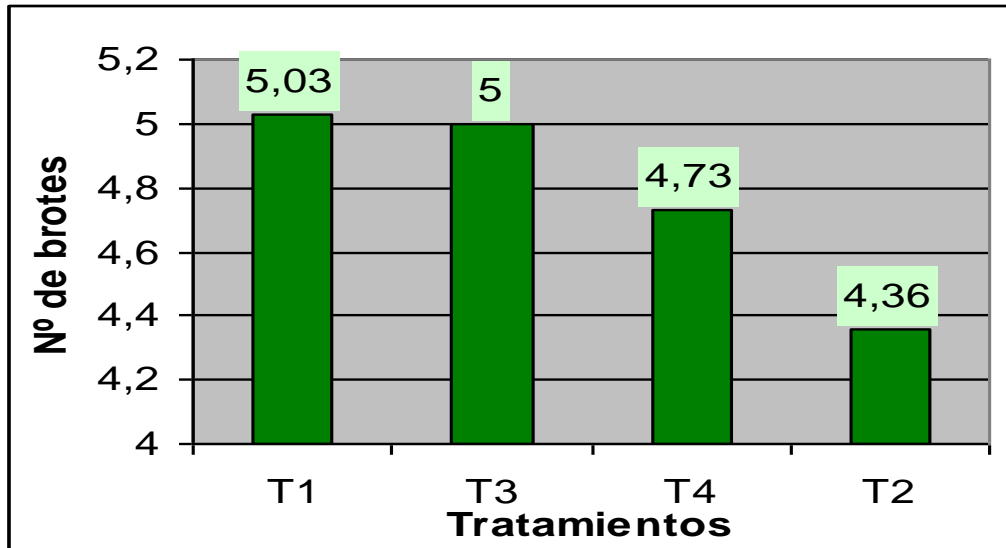
<b>Tratamiento</b>	<b>Número de rebrotes</b>	<b>Prueba Duncan</b>
<b>T1 = (a1 b1)</b>	<b>22</b>	<b>A</b>
<b>T2 = (a2 b1)</b>	<b>18</b>	<b>A</b>
<b>T3 = (a1 b2)</b>	<b>15</b>	<b>B</b>
<b>T4 = (a1 b2)</b>	<b>14</b>	<b>B</b>

Letras iguales son estadísticamente similares (0.05)

Como se puede observar en el cuadro 7, la comparación de medias efectuada para la variable de los días a la brotación entre tratamientos mediante la prueba duncan, nos muestra que entre tratamientos 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1) que presenta un promedio de 22 brotes y el tratamiento 2 (estacas medias en sustrato 2 : 1) con promedio de 18 brotes no presentan diferencias, pero estos tratamientos 1 y 2 son diferentes a los tratamientos 3 (estacas basales en sustrato 1 : 2) que obtuvo un promedio de 15 brotes , seguida del tratamiento 4 ( estacas medias en sustrato 1 : 2) que tuvo un promedio de 14 brotes.

### 4.3 Número de brotes.

Figura 12. Número de brotes en las estacas promedio por tratamiento (en números)



La figura 12 muestra, que el tratamiento que obtuvo un mayor número de brotes fue el tratamiento 1 (Estacas basales en sustrato 2:1) con 5.03 brotes promedio; seguida del tratamiento 3 (estacas basales en sustrato 1:2) con 5.0 brotes, el tratamiento 4 (Estacas medias en sustrato 1:2) con 4.73 brotes y finalmente el tratamiento 2 (Estacas medias en sustrato 2:1) con 4.36 brotes.

Los resultados obtenidos se atribuyen, en el caso del tratamiento 1 y 3 al contenido de mayor número de yemas o chichones, la longitud; el diámetro, la edad que tienen las estacas y por ser mas próximas a la yema axilar, al contenido de humedad y nutrientes del sustrato y al proceso de estratificación en arena.

**Cuadro 8. Análisis de varianza número de brotes a los 150 días**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	3	0.86	0.286	5.44 *	4.76	9.78
<b>Bloques</b>	2	0.105	0.052	0.45 N S	4.76	9.78
<b>Error</b>	6	0.695	0.115			
<b>Total</b>	11	1.66				

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

NS No existen diferencias

De acuerdo al análisis de varianza para el número de brotes de espina de mar a los 150 días, presentado en el cuadro 8, muestra que estadísticamente existe una diferencia significativa a nivel del 5 por ciento ( $F_c > F_t$ ), entre tratamientos (tipo de estacas, tipo de sustratos), podemos afirmar que existe diferencia significativa entre factores en estudio, teniendo como efecto en el mayor número de brotes.

**C.V. = 7.05 %**

El coeficiente de variabilidad obtenido para el número de brotes fue de 7.05 % que demuestra la confiabilidad de nuestra información y que los datos se encuentra dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos agrícolas y forestales.

**Cuadro 9. Prueba Duncan para la variable número de brotes en las estacas promedio por tratamiento**

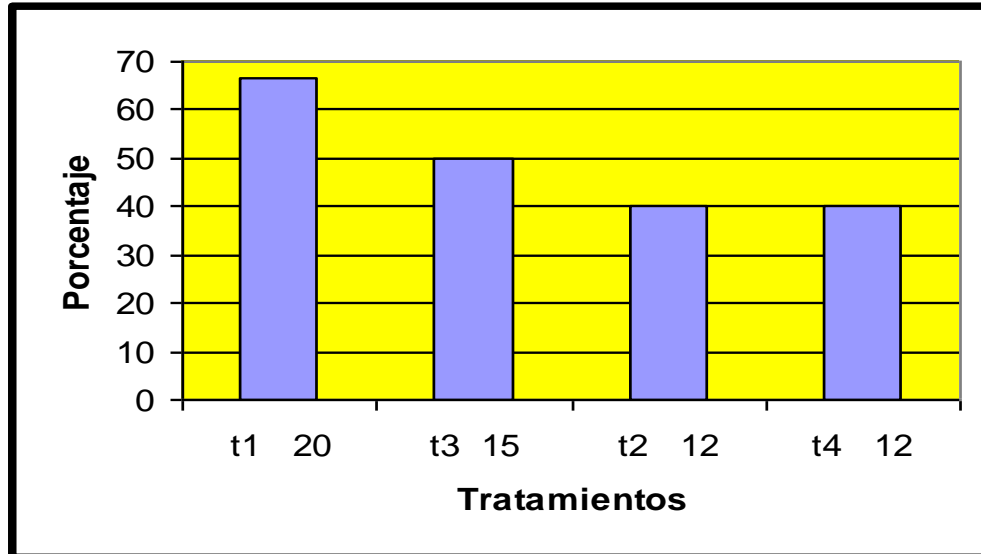
<b>Tratamiento</b>	<b>Numero de brotes</b>	<b>Prueba Duncan</b>
<b>T1 = (a1 b1)</b>	<b>5.03</b>	<b>A</b>
<b>T2 = (a2 b1)</b>	<b>5</b>	<b>A</b>
<b>T3 = (a1 b2)</b>	<b>4.73</b>	<b>A</b>
<b>T4 = (a1 b2)</b>	<b>4.36</b>	<b>A</b>

Letras iguales son estadísticamente similares (0.05)

Como se puede observar en el cuadro 9, la comparación de medias efectuada para la variable número de brotes en las estacas promedio entre tratamientos mediante la prueba duncan, si muestra que entre tratamientos 1,2,3,4 no existen diferencias; Tratamiento 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1) se tiene un promedio de 5.05 brotes / estaca, tratamiento 2 (estacas medias en sustrato 2 : 1) con promedio de 5 brotes / estaca, tratamiento 3 (estacas basales en sustrato 1 : 2) que obtuvo un promedio de 4.7 brotes , seguida del tratamiento 4 ( estacas medias en sustrato 1 : 2) que tuvo un promedio de 4.36 brotes / estaca

#### 4.4 Porcentaje de prendimiento.

Figura 13. Porcentaje de Prendimiento de estacas



De acuerdo a la figura 13, el tratamiento que obtuvo en mayor porcentaje de prendimiento fue el tratamiento 1 (Estacas basales en sustrato 2 : 1), son los que mayor número de porcentaje de prendimiento presentaron de 66.66 %, seguida del tratamiento 3 (Estacas basales en sustrato 1 : 2 ) con 50.0 %; los tratamientos que presentaron el menor número de prendimiento fueron el tratamiento 2 y 4 con 40.0 %.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (%) a los 150 días.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
Tratamiento	3	14.2	4.75	14.17 * *	4.76	9.78
Bloques	2	0.67	0.335	1.0 N S	4.76	9.78
Error	6	2	0.333			
Total	11	16.99				

\* Diferencia significativa

\* \* Diferencia altamente significativa

NS No existen diferencias

De acuerdo al análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de estacas a los 150 días, presentado en el cuadro 10, muestra estadísticamente que existe diferencia altamente significativa a nivel del 5 % ( $F_c > F_t$ ) entre tratamientos (tipo de estacas, tipo de sustratos), podríamos inferir que el tipo de estacas y el sustrato influyen para obtener mejores resultados en el porcentaje de prendimiento.

**C.V. = 11.77 %**

El coeficiente de variabilidad (C.V.) para este indicador evaluado es de 11.77 %, el mismo se encuentra dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos de tipo agrícola y forestal.

**Cuadro 11. Prueba de medias Duncan para la variable de porcentaje de prendimiento a los 150 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Nº de Estacas</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Prueba Duncan</b>
<b>T1 = (a1 b1)</b>	<b>20</b>	<b>66.6</b>	<b>A</b>
<b>T3 = (a1 b2)</b>	<b>15</b>	<b>50.0</b>	<b>A</b>
<b>T2 = (a2 b1)</b>	<b>12</b>	<b>40.0</b>	<b>B</b>
<b>T4 = (a2 b2)</b>	<b>12</b>	<b>40.0</b>	<b>B</b>

Letras iguales son estadísticamente similares (0.05)

Para tener mas claridad de la diferencia de estos resultados se realizó la prueba de medias duncan a nivel del 5 % de significancia para el porcentaje de prendimiento, en el cuadro 11 podemos observar, que entre los tratamientos 1 y 3 no hay diferencias; el tratamiento 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1) con 66.6 % y el tratamiento 3 (estacas basales en sustrato 1 : 2) con 50.0 % de prendimiento, pero estos tratamientos ( 1 y 3) presentan diferencias en relación a los tratamientos 2 y 4; el cual obtuvieron igualdad de porcentaje de prendimiento con 40 %.

En el tratamiento 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1), se pudo observar un 66.6 % de prendimiento, estos factores influyen para que se pueda obtener mayor prendimiento porque en las estacas basales existe una mayor acumulación de reservas nutritivas en el tallo; en cuanto a los sustratos podemos mencionar que la preparación del sustrato 2 : 1 turba y arena frente al otro tipo de sustrato, posiblemente se deba, a la superficie abarcada por las raíces, pues entre mayor sea esta superficie conformada de micro nutrientes mejor será la absorción y asimilación de los nutrientes por la plántula, por lo que permite mayor número de prendimiento de esta especie.



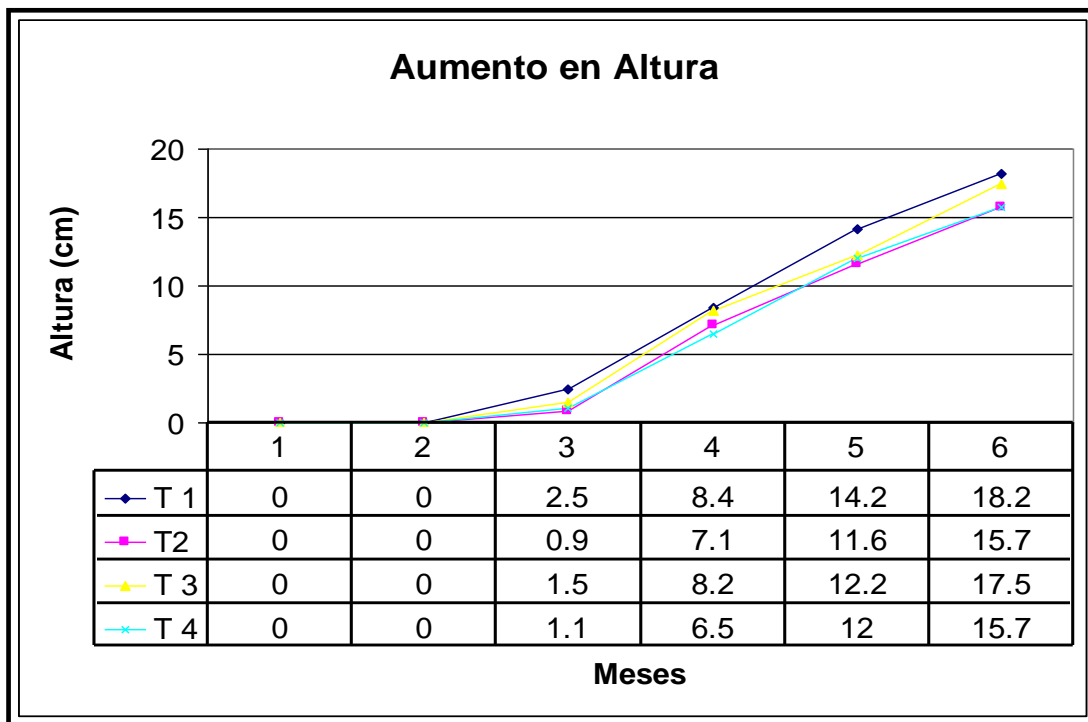
En cambio el tratamiento 3 (estacas basales en sustrato 1 : 2) con 50.0 %de prendimiento fue el que también presentó resultado significativo en sustratos con mayor cantidad de arena , factor que influye en el prendimiento el cual deberá ser estudiado.

#### 4.5 Altura de brote Principal.

**Cuadro 12. Aumento en altura de estacas, por meses**

Fecha	Meses	Días	TRATAMIENTOS				Promedio
			T 1	T 2	T 3	T 4	
29	Septiembre	-	-	-	-	-	-
29	Octubre	30	-	-	-	-	-
28	Noviembre	60	2.5	0.9	1.5	1.1	1.5
28	Diciembre	90	8.4	7.1	8.2	6.5	7.5
27	Enero	120	14.2	11.6	12.2	12.0	12.5
26	Febrero	150	18.2	15.7	17.5	15.7	16.7

**Figura 14. Variación mensual de la altura de las estacas de espina de mar**

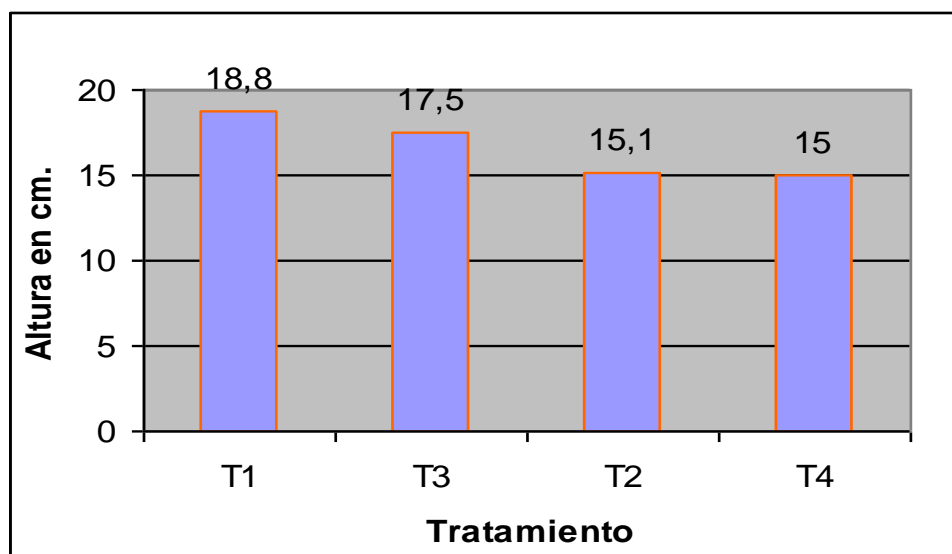


El crecimiento en altura de las estacas de espina de mar, tuvo su inicio en mes de noviembre hasta la última evaluación en febrero, cuyos datos según los tratamientos presentado en el cuadro 12, para el análisis durante su permanencia en vivero. En los primeros 60 días (2 meses), no existe crecimiento en altura de las estacas, debido a que no realizan fotosíntesis, solo viven de sus reservas nutritivas del tallo logrando obtener una altura promedio de 1.5 cm.

El crecimiento en altura de estacas se inició a partir de los 90 hasta los 150 días, es cuando las estacas, aumentan poco en altura, pueden ser debido a que las estacas empiezan a realizar la fotosíntesis a través de las hojas, inician el enraizamiento, preformación de las raíces adventicias y del contacto de las raíces con el sustrato.

Al respecto González (1999), realizó la investigación con 200 esquejes con altura de 29 cm., con un diámetro de tallo promedio de 0.15 cm. Utilizó bolsas de polietileno 13 X 18 cm., el cual registro la altura de planta con promedios de 27.13 cm., 25.63 cm., 25.45 cm., 25.00 cm. y 23.79 cm., respectivamente, al cabo de 360 días después de la plantación.

**Figura 15. Altura de planta promedio por tratamiento (en centímetros) a los 150 días.**



De acuerdo a la figura 15, los resultados obtenidos en el presente experimento indican que el tratamiento 1 (estacas básicas en sustrato 2: 1) obtuvo la mayor altura promedio de plántulas con 18.8 cm., seguida del tratamiento 3 (estacas básicas en sustrato 1:2) con 17.5 cm., finalmente los que obtuvieron menor altura son los tratamientos 2 con 15.1 cm. y el tratamiento 4 con promedio de 15.0 cm.

Esta diferencia respecto al presente experimento en el que obtuvo las mayores alturas promedio en sustrato preparado con turba, el cual brinda las condiciones ambientales óptimas para la extracción de nutrientes para un buen desarrollo del

plantin, sin desmerecer el material vegetal utilizado que coadyuvó al encallamiento para la absorción de nutrientes, por tanto el vigor inicial del brote permite un desarrollo del sistema radicular del brote, alcanzando de este modo los nutrientes contenidos en el sustrato.

En similar trabajo sobre reproducción realizado por Alemán (2002) en espina de mar a partir de 200 esquejes, encontró para la variable altura el mayor promedio de altura de plántula en el tratamiento A (50% arena y 50% tierra) con 27.13cm., seguida del tratamiento D (50 % tierra y estiércol 50 %) con 25.63 cm. de altura. El mismo autor menciona que, existe un mayor efecto sobre la altura de plántula en sustratos preparados en arena y tierra del lugar respecto al preparado en estiércol.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para altura de la planta (cm.) de espina de mar, a los 150 días.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	3	24.34	8.11	26.17 * *	4.76	9.78
<b>Bloques</b>	2	0.63	0.31	0.15 N S	4.76	9.78
<b>Error</b>	6	11.85	1.97			
<b>Total</b>	11	36.82				

\* Diferencia significativa

\* \* Diferencia altamente significativa

NS No existen diferencias

De acuerdo al análisis de varianza para la altura de la planta a los 150 días, presentado en el cuadro 13, muestra estadísticamente que existe diferencia significativa a nivel del 5 % ( $f_c > f_t$ ); entre tratamientos (tipo de estacas, tipo de

sustratos), donde podemos inferir que el tipo de estacas influye para obtener mayor altura en la planta y a su vez esta en función al tipo de sustrato.

**C.V. 5.98 %**

El coeficiente de variabilidad (C.V.) para este indicador evaluado es de 5.98 % el mismo que se encuentra dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos agrícolas y forestales.

**Cuadro 14. Prueba de medias Duncan para la variable altura de la planta de estacas de espina de mar a los 150 días**

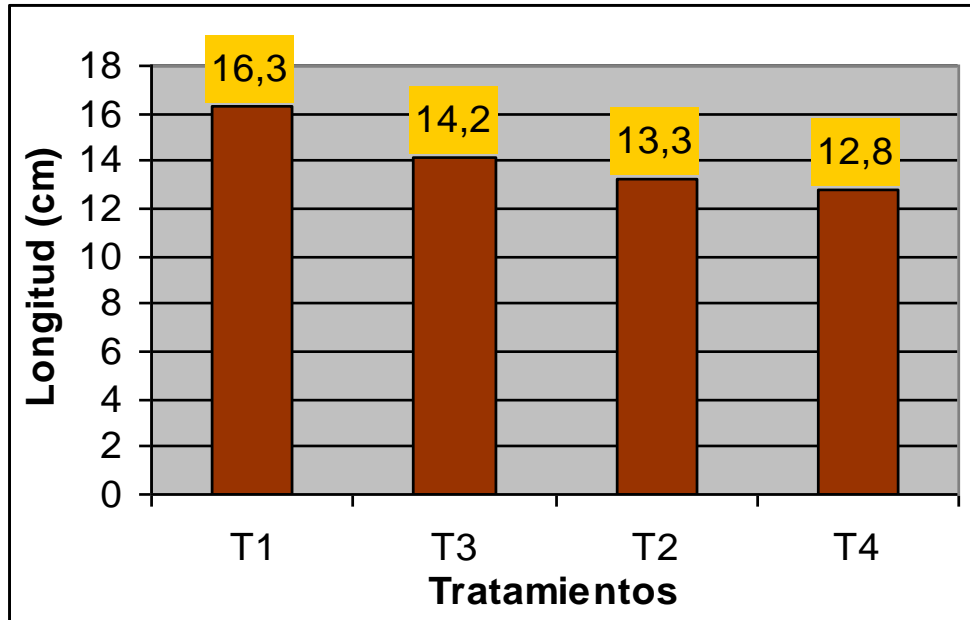
<b>Tratamiento</b>	<b>Altura promedio</b>	<b>Prueba Duncan</b>
<b>T1 = (a1 b1)</b>	<b>18.8</b>	<b>A</b>
<b>T3 = (a1 b2)</b>	<b>17.5</b>	<b>A</b>
<b>T2 = (a2 b1)</b>	<b>15.1</b>	<b>B</b>
<b>T4 = (a2 b2)</b>	<b>15.0</b>	<b>B</b>

Letras iguales son estadísticamente similares (0.05)

Como se puede observar en el cuadro 14, la comparación de medias efectuada para la variable de la altura de la planta a los 150 días, nos muestra que entre tratamientos 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1) que presenta un promedio de 18.8 cm. de altura y el tratamiento 3 (estacas basales en sustrato 1 : 2) con promedio de 17.5 cm. de altura, el cual no presentan diferencias, pero estos tratamientos 1 y 3 son diferentes a los tratamientos 2 (estacas medias en sustrato 1 : 2) que obtuvo un promedio de 15.1 brotes , seguida del tratamiento 4 ( estacas medias en sustrato 1 : 2) que tuvo un promedio de 15 brotes.

#### 4.6 Longitud de raíz

Figura 16. Longitud de raíz promedio según tratamiento (en centímetros)



Los resultados obtenidos en el presente experimento en la figura 16, indica que el tratamiento 1 (estacas basales en sustratos 2 : 1) obtuvo la mayor longitud de raíces promedio de 16.3 cm., seguida del tratamiento 3 (estacas basales en sustratos 1 : 2) con 14.2 cm., el tratamiento 2 (estacas medias en sustratos 2 : 1) con 13.3 cm., y finalmente el tratamiento 4 (estacas medias en sustrato 1 : 2) obtuvo la menor longitud de raíz con 12.8 cm..

De acuerdo a las características del sustrato (2 : 1 turba y arena presenta una menor cohesión y un aumento en la permeabilidad de su estructura, el cual favoreció al desarrollo del sistema radicular de las estacas presentes en aquellos sustratos. Sin embargo también se puede decir que el sustrato (1 : 2 turba y arena) presenta características de baja condiciones provocando que el sustrato sea menos aireado y pesado, lo cual podría dificultar el desarrollo óptimo de las raíces.

Otra diferencia puede ser, las plantas de espina de mar que tuvieron mayor longitud de la raíz fue posiblemente: a mayor número de chichones, edad de los árboles, manejo, la época de recolección, sustrato utilizado, el medio ecológico, épocas de propagación y sus fases fenológicas.

En este sentido, Gross (1986) señala que el turba ejerce una acción favorable sobre la estructura del suelo, lo cual permite una buena circulación del agua, el aire y de la raíces del suelo. El mismo autor señala que los suelos con contenido de turba, ejercen una acción estimulante muy marcada sobre el crecimiento de las raíces que se debe exclusivamente a la liberación de los elementos minerales contenidos en la turba.

Corroborando esta afirmación Thompson (1982), señala que la temperatura del suelo puede influir no solo en el tamaño del sistema radicular, sino también en su forma.

Lu. Rongsen (1992) menciona, que durante la primera fase del periodo de crecimiento la espina de mar, necesita un buen abastecimiento de nitrógenos que son consumidos para formar las raíces



**Cuadro 15. Análisis de varianza para la longitud de la raíz (cm.)  
a los 150 días de su extracción de la almaciguera.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	3	17.82	5.94	48.68 * *	4.76	9.78
<b>Bloques</b>	2	0.245	0.122	0.90 N S	4.76	9.78
<b>Error</b>	6	0.815	0.135			
<b>Total</b>	11	18.88				

- \* Diferencia significativa
- \* \* Diferencia altamente significativa
- NS No existen diferencias

El análisis de varianza efectuado para la longitud de la raíz de las estacas de espina de mar a los 150 días, presentado en el cuadro 15, muestra que estadísticamente existe diferencia altamente significativa a nivel del 5 por ciento ( $F_c > F_t$ ) entre tratamientos (tipo de estacas, tipo de sustratos), teniendo efecto en el mayor crecimiento de la raíz,

Corroborando los resultados obtenidos, Medina (1988), explica que las raíces de las plantas se extienden explorando el terreno en busca de los principales nutrientes que este contiene, como el suelo es una mezcla de partículas de distinto tamaño variando la proporción de unas y otras, el despliegue de las raíces es muy irregular.

**C. V. = 2.65 %**

El coeficiente de variabilidad obtenido para esta variable indica de un 2.65 %, el cual estos datos se encuentran dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos agrícolas y forestales.

**Cuadro 16. Prueba de medias Duncan para la longitud de la raíz, a los 150 días de su extracción de las almaciguera.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Longitud de raíz en cm.</b>	<b>Prueba Duncan</b>
<b>T1 = (a1 b1)</b>	<b>16.3</b>	<b>A</b>
<b>T3 = (a1 b2)</b>	<b>14.2</b>	<b>B</b>
<b>T2= (a2 b1)</b>	<b>13.2</b>	<b>B C</b>
<b>T4 = (a2 b2)</b>	<b>12.8</b>	<b>B C</b>

Letras iguales son estadísticamente similares (0.05)

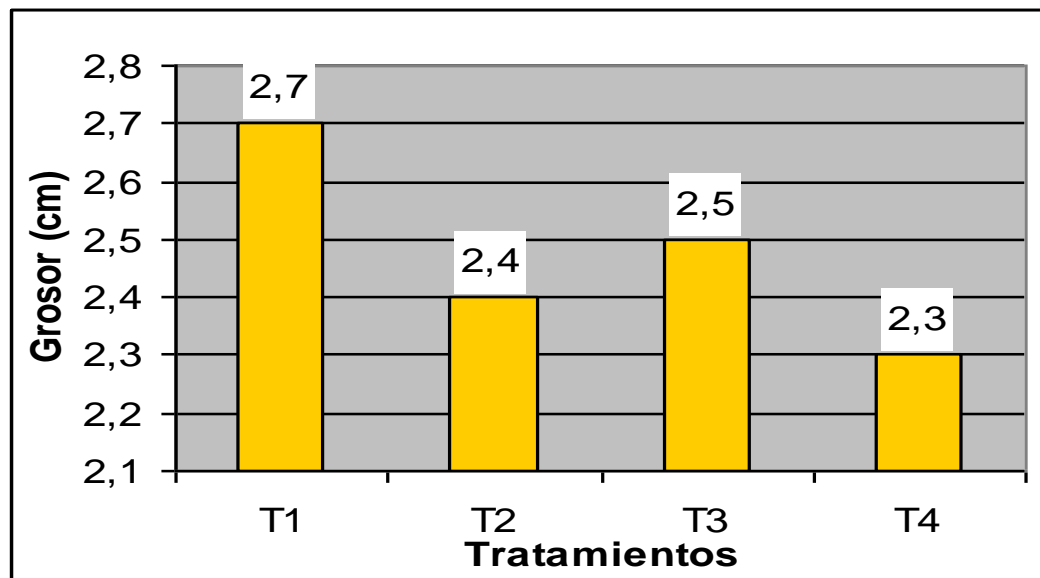
La comparación de medias efectuada para la variable de longitud de raíz mediante la prueba de medias duncan (cuadro 16), indica que el tratamiento 1 (estacas basales en sustrato 2 : 1) que obtuvo 16.3 cm. promedio es superior a los tratamientos 3 con 14.2 cm., tratamiento 2 con 13.2 cm. y tratamiento 4 con 12.8 cm.; También el tratamiento 3 es superior a los tratamientos 2 y 4. existe diferencias

Podemos mencionar, el mayor porcentaje de materia orgánica en los sustratos fue adecuado para el crecimiento y desarrollo de raíz principal, por presentar buena textura, buen drenaje y porosidad, por lo que se puede estimar que en la fase de propagación de espina de mar no requiere de excesiva materia orgánica.

Al respecto González (1999), al realizar propagación por esquejes observó los mejores resultados en las características fenológicas (diámetro de tallo, altura de planta, área foliar, porcentaje de sobre vivencia), en el Tratamiento A (arena 50%, tierra 50% y estiércol 0 %), llegando a demostrar que esta especie no es exigente en cuanto se refiere a materia orgánica.

#### 4.7 Grosor del tallo.

Figura 17. Grosor del brote principal a los 150 días.



De acuerdo a la Figura 17, muestra que el tratamiento 1 (Estacas basales en sustrato 2: 1) obtuvo mayor grosor de tallo obtuvo con 2.7 mm., seguida del tratamiento 3 (Estacas basales en sustrato 1 : 2) con 2.5 mm., el tratamiento 2 (Estacas medias en sustrato 2 : 1) con 2.4 mm. y finalmente el tratamiento 4 (Estacas medias en sustrato 1 : 2) con 2.36 mm..

Estos resultados se pueden atribuir a la incorporación del material vegetal, que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato de manera que permiten un mayor desarrollo del diámetro del cuello de la raíz de las plántulas.

En cuanto a la variable de diámetro de tallo (Aleján, 2002) encontró que el tratamiento A ( 50% arena y 50% de tierra ) alcanza el mayor promedio con 0.23 cm., ocupando el segundo mejor promedio el tratamiento D (50 % de tierra y 50 % de estiércol) con 0.22 cm. Esta diferencia se debe particularmente a que las estacas basales al ser mas próximos al tallo principal presenta mayores

condiciones de adaptación en el desarrollo fisiológico de la planta presentado mayor altura, mayor cantidad de hojas y ramas por tanto mayor diámetro o grosor del tallo en el crecimiento.

**Cuadro 17. Análisis de varianza grosor del tallo principal.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT %	
					0.05	0.01
<b>Tratamiento</b>	3	0.20	0.06	3 N S	4.76	9.78
<b>Bloques</b>	2	0.04	0.02	1.33 N S	4.76	9.78
<b>Error</b>	6	0.09	0.015			
<b>Total</b>	11	0.33				

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

NS No existen diferencias

El análisis de varianza efectuado para el variable grosor del tallo principal presentado en el cuadro 17, nos muestra que no existe diferencia entre tratamiento (tipo de estacas, tipo de sustratos)., de igual manera en los bloques.

**C. V = 4.89 %**

El coeficiente de variabilidad (CV) para este indicador evaluado es de 4.89 %, el mismo se encuentra dentro del rango de aceptación, considerando como adecuado para experimentos de tipo agrícola y forestal.

## 5. CONCLUSIONES.

Después de obtener los resultados y realizados los análisis estadísticos correspondientes en espina de mar (*Hippopae rhamnoides Linn.*), permiten dar las siguientes conclusiones:

- Al determinar, los días a la brotación de las estacas de espina de mar (*Hippophe rhamnoides Linn.*) a los **28 días** presentó como promedio general **5.5 brotes**; mostrando diferencias significativas entre tratamientos indicando que el **Tratamiento 1** ( estacas basales en sustrato 2 : 1 ) obtuvo el mayor numero de rebrotes con **7.0 brotres**, seguida del **tratamiento 2** (estacas medias en sustrato 2 : 1 ) con **5.3 brotes**, el **tratamiento 3** ( estacas basales en sustrato 1 : 2 ) con **5.0 brotes**, finalmente obtuvo el **tratamiento 4** ( estacas medias en sustratos 1 : 2 ) con **4.6 brotes**.
- En los días a la brotación a los **35 días**, presentó un promedio le leve incremento general de **5.7 brotes**; lo cual indica que el **tratamiento 1** (estacas básales en sustrato 2 : 1) obtuvo un promedio de 7.3 brotes, seguida del Tratamiento 2 (estacas medias en sustrato 2 : 1) con **6.0 brotes** y finalmente los **tratamientos 3 y 4** no incrementaron su brotes ; **T 3 con 5 brotes y T 4 con 4.6 brotes** manteniendo una diferencia altamente significativa entre tratamientos.
- Al analizar el número de brotes de las estacas a los **150 días** presentó como promedio general **4.78 brotes /estacas**, también se pudo evidenciar una diferencia altamente significativa entre tratamientos, señalando que el tratamiento que obtuvo un mayor número de brotes fue el **tratamiento 1** (Estacas basales en sustrato 2:1) **con 5.03 brotes** promedio; seguida del **tratamiento 3** (estacas basales en sustrato 1:2) con **5.0 brotes**, el

**tratamiento 4** (Estacas medias en sustrato 1:2) con **4.73 brotes** y finalmente el **tratamiento 2** (Estacas medias en sustrato 2:1) con **4.36 brotes**.

- La determinación del porcentaje de prendimiento en estacas de espina de mar a los **150** días presento como promedio general de **61.2 %**; mostrando que el tratamiento que obtuvo en mayor porcentaje de prendimiento fue el **tratamiento 1** (Estacas basales en sustrato 2 : 1), son los que mayor numero de porcentaje de prendimiento presentaron de **66.66 %**, seguida del **tratamiento 3** (Estacas basales en sustrato 1 : 2 ) con **50.0 %**; los tratamientos que presentaron el menor numero de prendimiento fueron el **tratamiento 2 y 4** con **40.0 %**.
- Acerca de la variable altura de planta, se pudo observar que existió un incremento promedio general a partir del día **60** con **1.5 cm.** de altura, en el día **90** con **7.5 cm.** de altura, a los **120** días con **12.5 cm.** de altura y al concluir el estudio a los **150** días se pudo evidenciar un promedio general de **16.7 cm.** de altura.
- También hubo diferencia significativa entre tratamientos, los resultados obtenidos en el presente experimento indican que el **tratamiento 1** (estacas basales en sustrato 2: 1) obtuvo la mayor altura promedio de plántulas con **18.8 cm.**, seguida del **tratamiento 3** (estacas basales en sustrato 1:2) con **17.5 cm.**, finalmente los que obtuvieron menor altura son los **tratamientos 2** con **15.1 cm.** y el **tratamiento 4** con promedio de **15.0 cm.**
- Respecto a la variable longitud de raíz, se estableció que existen diferencias significativas entre tratamientos, los resultados obtenidos en el presente experimento indican que el **tratamiento 1** (estacas básales en sustratos 2 : 1) obtuvo la mayor longitud de raíces promedio de **16.3 cm.**,

seguida del **tratamiento 3** (estacas básicas en sustratos 1 : 2) con **14.2 cm.**, el **tratamiento 2** (estacas medias en sustratos 2 : 1) con **13.3 cm.**, y finalmente el **tratamiento 4** (estacas medias en sustrato 1 : 2) obtuvo la menor longitud de raíz con **12.8 cm.**

- Al analizar la variable grosor de tallo principal, presento un promedio general de **2.5 mm.** de diámetro, evidenciando que no existe diferencias significativas entre tratamientos y bloque, el estudio muestra que el **tratamiento 1** (Estacas básicas en sustrato 2: 1) es el que mayor grosor de tallo obtuvo con **2.7 m m.**, seguida del **tratamiento 3** (Estacas básicas en sustrato 1 .2 ) con 2.5 mm., el **tratamiento 2** (Estacas medias en sustrato 2 : 1 ) con **2.4m.m.** y finalmente el **tratamiento 4** (Estacas medias en sustrato 1 : 2) con **2.36 mm.**
- Concluyendo y analizando los datos, los resultados obtenidos en la evaluación de la propagación vegetativa de estacas de espina de mar (*Hippopae rhamnoides.*) en diferentes sustratos se puede afirmar: el **tratamiento 1 (estacas básicas en sustrato 2 : 1 turba y arena)** lograron mejores: días a la brotación de estacas por semana, mayor número de brotes de estacas, mejor porcentaje de prendimiento, mayor altura de planta, mayor longitud de raíz y mayor grosor del brote principal.



## **6. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda, trabajar en efecto de la longitud de corte y diámetro de estacas de espina de mar.
  
- Se recomienda, realizar la propagación en bolsas o maceta
  
- Se recomienda, realizar trabajos similares de investigación a campo abierto o en vivero.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

**Alejandro Bonifacio y Maria Cayoja (2001).** Tratamiento de semillas y multiplicación de “la espina de mar” (*Hippophae rhamnoides*) con fines de introducción en Bolivia, Instituto Benson, La Pas -Bolivia.

**Alemán, (2002).** Comportamiento y manejo a nivel de viveros de la especie Espina de mar (*Hippophae rhamnoides Linn*), a partir de 200 esquejes Potosí. 118 p.

**Birbuet, G. (1992).** La economía campesina, provincia Pacajes SEMTA. Edición Rossana Brinati. La Paz Bolivia.

**Boletín Informativo. (2000).** Utilización y beneficios de la Espina de Mar (*Seaabuckthorn*).

**Bosque, H. (1994).** Cultivo en Suka Kollus de Quinuas Tolerantes a Heladas en dos épocas de siembra Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronómica.

**Buckman, H y Brady, N. 1969.** Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial Montaner y Simón S. A. Barcelona – España. 85 p.

**Calzada, B. (1970).** Métodos Estadísticos para la investigación Lima-Perú Editorial Jurídica S.A. Tercera Edición. Lima - Perú.

**Castellón, J. (2004).** Comportamiento de Espina de Mar (*hippophae rhamnoides Linn*) en cuatro tipos de sustratos (Chulumani Sud Yungas). Tesis de grado para optar el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica. Escuela Militar de Ingeniería (EMI). La Paz – Bolivia. 118 p.

**Chillon, E. (1997).** Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Ediciones CIDAT. La Paz Bolivia. Pp 34-112.

**Claros, M. 2001.** Crecimiento y comportamiento fenológico de la Espina de Mar (*Hippophae rhamnoides Linn*), en Pataca maya. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Militar de Ingeniería (EMI) La Paz – Bolivia 148 p.

**COTECH (cooperación Técnica china), 2001.** Espina de Mar (*hippophe rhamnoides Linn*). Proyecto de cooperación China – Bolivia. 4 p.

**Fossati, G. y Olivera, T. (2002).** Sustratos en Viveros Forestales Programa de repoblamiento Forestal. Prefectura-Intercoperacion-COTESU. Cochabamba - Bolivia.

**Gonzalez, A 1999.** Comportamiento y manejo a nivel de vivero de la especie Espina de Mar (*hippophe rhamnoides Linn*), a partir de 200 esquejes en condiciones de la de Potosí. Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniero Agronomo. Potosí Bolivia. 118 p.

**Gross, A. (1986).** Abonos, Guía Práctica de la Fertilización. Séptima Edición. Mundi Prensa Madrid. Pp 55-382.

**Hartmann, F. (1990).** Invernaderos y Ambientes Atemperados. Ediciones Bolivia Ltda. La Paz Bolivia. Pp 9-30.

**Hu, Jianzhong. (1995).** Discussion of establishment and utilization of sea buckthorn fuel wood forest on loess plateau. Hippophae. China. 50 p.

**Kong, Q. (1994).** Notable economic Benefit of artificial sea buckthorn forest in Jianping County, Hippophae.

**Lian, Y. (1988).** New discoveries of the genus *Hippophae* L. (Elagnaceae) Acta phytotax. Sinica. China. 208 p.

**Lu Rongsen, 1992),** Seabuckthorn A Multipurpose plant species for fragile mountains, ICIMOD publication unit. Katmandu, NEPAL. Pp 2-26 (boliten informativo)

**Marca,G (2001).** Germinación y crecimiento en vivero de dos especies forestales (*Calophyllum brasiliense* C., *Otoba parvifolia* M), en diferentes sustratos en la región de San Buenaventura, Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 8-18.

**MAGDR (Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural), 1994.** El cultivo de Espina de Mar. informe de viaje. La Paz- Bolivia. 10 p.

**Ministerio de Recursos Hidráulicos. (1998).** Centro de administración y desarrollo de Espina de Mar. Explotación de la Espina de Mar para el beneficio del país Beijing Republica Popular China Pp 10-51.

**PDM (plan de Desarrollo Municipal). 1998.** Proyecto de Desarrollo de comunidades Rurales. Gobierno Municipal de Caquiaviri-Bolivia 176 p.

**Quispe, H (2000).** Espina de Mar Alternativa para el Desarrollo de La Paz Servicio Departamental Agropecuario SEDAG. La Paz Bolivia. Pp 12-4.

**Quispe, H (2000).** Guía practica para la producción de Espina de Mar en viveros. Prefectura del Departamento de La Paz SEDAG. La Paz Bolivia. Pp1-3.

**Quispe, (2001).** Proyecto de Cooperación China-Bolivia (COTECH). Ministerio de Agricultura. La Paz-Bolivia.

**Rousi, A. (1971).** The Genus Hippophae a Tasonomy study. Ann Bot Fennici. 109 p.

**Thompson. L. (1982).** Los Suelos y su Fertilidad. Cuarta Edición. Editorial Reverte S.A.. Editoril Llimusa. Mexico Pp 138-277.

**Tipo S. (2004).** Efecto de la Longitud de corte y diámetro de esqueje en Queñua (polylepis recemosa subespecie triacontandra) en la propagación vegetativa. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. Pp 91.

**Tisdale, S.; Nelson,W. (1991).** Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes UTEHA, S.A.. Editorial Limusa. México Pp 138-277.

**Villegas, E. (2002).** Ganancia de peso de corderos criollos mediante la utilización de la técnica del redil en un sistema de pastoreo extensivo Prov. Pacajes. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia Pp 8-24.

**Zalles, T. (1988).** Manual del Técnico Forestal. Cochabamba Bolivia. Escuela Técnica Superior Forestal Misión Forestal Alemana UMSS-GTZ. Pp 99-136.

**Zapata, E. (1996).** Espina de Mar Planta del Próximo Milenio para el Altiplano Boliviano.

# ANEXOS

**ANEXO 1.**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA TÉCNICA SUPERIOR AGROPECUARIA VIACHA**



**ANEXO 2.**

**Vivero de la Carrera**





### **ANEXO 3.**

#### **Plantas de espina de mar**





**ANEXO 4.**

**Espina de mar (planta madre)**



**ANEXO 5.**

**Recolección de estacas de espina de mar, de los predios de la Carrera  
Ingeniería Agronómica en Cotacota (La Paz)**



## ANEXO 6.

### Obtención de estacas basales y medias o intermedias





**ANEXO 7.**

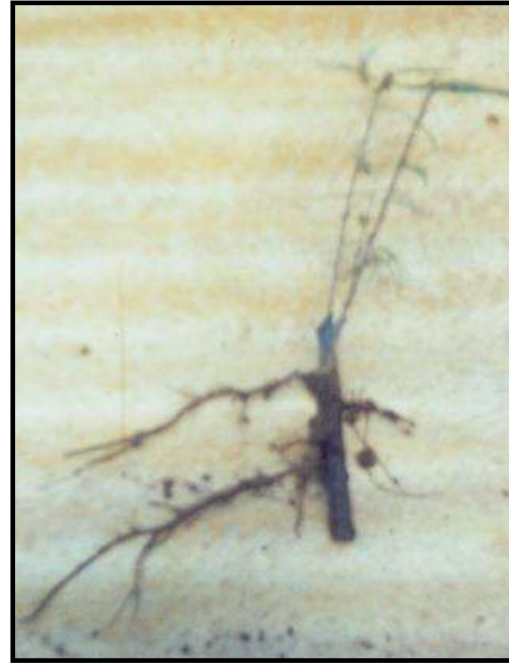
**Almacigueras de propagación de estacas de espina de mar.**

**Tratamientos: 1, 2, 3, y 4.**



**ANEXO 8.**

**Estacas con: Altura de brotes y Longitud de raíz**



**ANEXO 9.**

**Plantines de espina de mar**



**ANEXO 10.**

**Espina de mar en platabandas del vivero de la carrera**



## RESUMEN

El presente trabajo de, propagación vegetativa de estacas de espina de mar en diferentes sustratos, se realizo en los predios de la Carrera Técnica Superior Agropecuaria Viacha. Dependiente de la Facultad de Agronomía de la U.M.S.A. ubicada en la ciudad de Viacha Provincia Ingavi Departamento de La Paz., se encuentra a una distancia de 32 Km. Al sur oeste de la ciudad de La Paz. A 3830 m.s.n.m.

Estudios y trabajos previos nos muestran que la especie arbustiva de “espina de mar” se constituye en una alternativa en muchas zonas del altiplano, en base a estas experiencias esta investigación plantea la multiplicación de esta especie para fines de re poblamiento forestal por las múltiples bondades que ofrece esta especie, cuyo propósito fue evaluar la propagación vegetativa de espina de mar, mediante estacas en diferentes sustratos, para la obtención de plantines.

El trabajo de investigación duro un periodo de 150 días desde su inicio hasta la conclusión, se estudio las siguientes variables: días de brotación, numero de brotes, porcentaje de prendimiento, altura del brote principal longitud de la raíz principal y grosor del brote principal; en condiciones de ambiente semi atemperado.

Al finalizar podemos decir, las plántulas de espina de mar obtenido con estacas basales en sustrato 2: 1 (turba y arena) del tratamiento 1 se diferenció de las otras plántulas y obtuvo mejores resultados en todas las variables propuestos, y podemos destacar lo principal, mejor porcentaje de prendimiento de 82.5 %, el cual creemos que es una variable muy importante para la obtención de plantines de espina de mar mediante estacas.

