

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA
PROPAGACIÓN ASEXUAL DE LA ESPINA DE MAR (*Hippophae rhamnoides*
Linn.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA – LA PAZ**

Presentado por:

VICTOR HUGO AQUINO ROMERO

LA PAZ – BOLIVIA

2016

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA
PROPAGACIÓN ASEXUAL DE LA ESPINA DE MAR (*Hippophae rhamnoides*
Linn.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA – LA PAZ**

*Tesis de Grado
Presentada como requisito
Para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo*

Victor Hugo Aquino Romero

Asesores:

Ing. Agr. Freddy Carlos Mena Herrera _____

Ing. Agr. Jorge Ernesto Choque Ajata _____

Tribunal revisor:

Ing. Agr. M. Sc. Juan José Vicente Rojas _____

Ing. Agr. Jaime Prudencio Quispe Poma _____

Ing. Agr. M. Sc. Luis M. Montaña Riveros _____

APROBADA

Presidente Tribunal revisor _____

La Paz – Bolivia

2016

DEDICATORIA

El presente trabajo primero se lo dedico a papa DJS y a mis padres: Mario Aquino Mejía y Carmen Romero Mamani quienes me brindan su cariño, apoyo y confianza en todo momento de mi vida.

A mis hermanos(as): Edelia, Deysi, Vladimir y Tania, por su constante apoyo incondicional, a mis tíos y tías de la familia Aquino y Romero por el apoyo que me brindaron.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a Dios por haberme brindado la vida y su bendición, por levantarme en cada caída que tuve y por darme muchas oportunidades en mi vida.

Agradecer a mis padres por creer en mí y concederme la oportunidad de realizar esta carrera, por apoyarme incondicionalmente durante todo este periodo de mi formación académica. A mis hermanos (as) Edelia, Deysi, Vladimir y Tania por apoyarme y alentarme durante todo este tiempo.

A mi abuelita margarita Aquino Gonzales agradecer por brindarme su apoyo y darme los ánimos para seguir adelante con mi carrera universitario.

Agradecer a la facultad de Agronomía, docentes y personal administrativo, por haberme brindado su apoyo moral y material, durante mi formación profesional.

A la Estación Experimental de Cota Cota de la facultad de agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme brindado sus predios durante la realización del estudio.

Agradecimientos especiales a mis asesores: Ing. Carlos Mena, Ing. Jorge E. Choque Ajata, quienes me colaboraron en la elaboración y presentación del presente trabajo de investigación.

De la misma manera agradecer a mi tribunal revisor conformado por los profesionales: Ing. Juan José Vicente, Ing. Jaime Quispe, Dr. Montaña por las correcciones y observaciones realizadas.

A mis amigos: Franklin, Rodneyx, Dorita, Daniela Mollericona, Juan Javier (Chisa), Paulino, Freddy (Chapas), Rudy, Alex Canaviri, Dani Bosque, Reynaldo Flores, Leysin, Resse, Claudia, Silvia y con quienes compartí mi vida universitaria y sobre todo nuestra juventud.

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
CONTENIDO GENERAL	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X

ÍNDICE GENERAL

	Paginas
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Origen de la Espina de Mar.....	4
2.2. Manejo de la espina de mar en Bolivia.....	5
2.3. Taxonomía.....	6
2.4. Características medioambientales de la espina mar.....	7
2.4.1. Temperatura.....	7
2.4.2. Precipitación.....	7
2.4.3. Suelo y salinidad.....	7
2.5. Descripción morfológica de la Espina de Mar.....	8
2.5.1. Hojas.....	9
2.5.2. Tallo.....	9
2.5.3. Raíz.....	10
2.5.4. Flor.....	11
2.5.4.1. Flores femeninas.....	11
2.5.4.2. Flores masculinos.....	12
2.5.5. Fruto.....	12
2.5.6. Semilla.....	13
2.6. Propagación de la espina de mar.....	13
2.6.1. Propagación por vía semilla.....	13
2.6.2. Propagación por vía rebrotes.....	13
2.6.3. Propagación por vía esquejes.....	14
2.7. Enfermedades y plagas.....	15
2.7.1. Enfermedades.....	15
2.7.2. Plagas.....	15
2.8. Sustrato utilizado.....	16

2.8.1. Turba.....	16
2.8.2. Arena.....	16
2.9. Ambientes para la propagación asexual.....	16
2.10. Usos y beneficios.....	17
2.10.1. Medicinal.....	17
2.10.2. Forraje.....	18
2.10.3. Conservación de suelo y agua.....	19
2.10.4. Leña.....	19
3. MATERIALES Y MÉTODO.....	19
3.1. Localización.....	19
3.1.1. Ubicación geográfica.....	19
3.1.2. Características climáticas.....	19
3.1.2.1. Clima.....	19
3.1.2.2. Vegetación.....	21
3.1.2.3. Actividad actual.....	21
3.2. Materiales.....	21
3.2.1. Material de campo.....	21
3.2.2. Material para sustrato.....	22
3.2.3. Material vegetativo en estudio.....	22
3.2.4. Material para enraizar.....	22
3.2.5. Material de escritorio.....	22
3.3. Metodología.....	23
3.3.1. Reconocimiento del terreno.....	23
3.3.2. Preparación de la zona de experimentación.....	23
3.3.3. Preparación de la cámara de propagación.....	23
3.3.4. Preparación del sustrato y desinfección.....	23
3.3.5. Preparación del material vegetal y desinfección.....	25
3.3.6. Plantado de esquejes.....	25
3.3.7. Fase del vivero.....	26
3.4. Diseño experimental.....	26
3.4.1. Tratamientos.....	26
3.4.2. Croquis del experimento.....	27

3.5. Modelo lineal aditivo.....	27
3.6. Características tomadas en cuenta del área experimental.....	28
3.7. Variables de respuesta.....	28
3.7.1. Días a la brotación.....	28
3.7.2. Número de brotes.....	28
3.7.3. Número de esquejes prendidos.....	28
3.7.4. Número de hojas.....	29
3.7.5. Longitud de la raíz.....	29
3.7.6. Número de raíz.....	29
3.7.7. Altura del brote principal.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Variables agronómicas.....	29
4.1.1. Días a la brotación.....	29
4.1.2. Número de brotes por esquejes.....	31
4.1.3. Número de esquejes prendidos.....	34
4.1.4. Número de hojas.....	37
4.1.5. Longitud de la raíz.....	40
4.1.6. Número de raíz.....	42
4.1.7. Altura del brote principal.....	46
5. CONCLUSIONES.....	49
6. RECOMENDACIONES.....	51
7. BIBLIOGRAFÍA.....	52
8. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Comparación de fijación de nitrógeno de la espina de mar con otras leguminosa.....	11
Cuadro 2 Vegetación en la estación experimental de Cota Cota.....	21
Cuadro 3 Croquis de la investigación.....	27
Cuadro 4 Características de área experimental.....	28
Cuadro 5 Longitud de brotes de las estacas por semana.....	29
Cuadro 6 Número de brotes de las estacas por semana.....	30
Cuadro 7 Análisis de varianza de número de brotes por esqueje.....	32
Cuadro 8 Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número de brotes por esqueje.....	33
Cuadro 9 Análisis de varianza de número de esquejes prendidos a los 140 días	35
Cuadro 10 Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número esquejes prendidos a los 140 días.....	36
Cuadro 11 Análisis de varianza de número de hojas.....	38
Cuadro 12 Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número de hojas.....	39
Cuadro 13 Análisis de varianza de longitud de la raíz.....	41
Cuadro 14 Análisis de varianza de número de la raíz.....	43
Cuadro 15 Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número de raíz.....	44
Cuadro 16 Prueba de rango múltiple de Duncan para tipos de hormonas, en el número de raíz.....	45
Cuadro 17 Promedio de altura del brote principal en diferentes fechas.....	46
Cuadro 18 Análisis de varianza de altura del brote principal a los 140 días.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Curva de longitud de brotes por semana.....	30
Figura 2 Curva de número de brotes por semana.....	31
Figura 3 Promedio de número de brotes en los esquejes por tratamiento..	31
Figura 4 Número de brotes por cada tipo de sustrato.....	33
Figura 5 Promedio de número de esquejes prendidos a los 140 días, por tratamiento.....	34
Figura 6 Número de esquejes prendidos a los 140 días por cada tipo de sustrato.....	36
Figura 7 Promedio de número de hojas por tratamiento.....	37
Figura 8 Número de hojas obtenidas en promedio, por cada tipo de sustrato.....	39
Figura 9 Promedio de longitud de la raíz por tratamiento.....	40
Figura 10 Promedio de número de raíz por tratamiento.....	42
Figura 11 Número de raíces obtenidos en promedio, por cada tipo de sustrato.....	44
Figura 12 Número de raíces obtenidos en promedio, por cada tipo de hormona.....	45
Figura 13 Curva de crecimiento del brote principal por tratamiento.....	46
Figura 14 Promedio de altura del brote principal a los 140 días.....	47

ÍNDICE DE IMÁGENES

		Pág.
Imagen 1	La Espina de Mar	8
Imagen 2	Hojas de la Espina de Mar	9
Imagen 3	Tallo de la Espina de Mar	9
Imagen 4	Raíz de la Espina de Mar	10
Imagen 5	Espina de Mar propagado por esqueje.....	14
Imagen 6	Espina de Mar con <i>Cytospora sp.</i>	15
Imagen 7	Cámara de propagación.....	17
Imagen 8	Ubicación de la estación experimental de Cota Cota..	20
Imagen 9	Sustrato de a ₁ (turba + cascarilla de arroz 2:1).....	24
Imagen 10	Sustrato de a ₂ (turba + aserrín 2:1).....	24
Imagen 11	Plantado de esquejes de Espina de Mar.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Ficha para la evaluación de datos finales.....	55
Anexo 2	Ficha de datos de días a la brotación.....	56
Anexo 3	Imágenes.....	57
Imagen 1	Cámara de propagación.....	57
Imagen 2	Preparado del sub irrigador.....	57
Imagen 3	Sustrato a ₁ (turba +ch. de arroz 2:1).....	57
Imagen 4	Sustrato a ₂ (turba +aserrín 2:1).....	57
Imagen 5	Cámara de propagación preparado para el plantado de esquejes de <i>hippophe rhamnoides</i> Linn.....	58
Imagen 6	Hormona Parque b ₃	58
Imagen 7	Hormona Roo Thor b ₁	58
Imagen 8	Hormona Rapid Root b ₂	58
Imagen 9	Plantado de los esquejes de espina de mar (<i>hippophe rhamnoides</i> Linn.).....	59
Imagen 10	Vista de la cámara de propagación con los esquejes de la espina de mar (<i>hippophe rhamnoides</i> Linn.) plantado...	59
Imagen 11	Espina de mar propagado por esquejes antes de la toma de datos.....	60
Imagen 12	Espina de mar propagado sustrato a ₂ (turba +aserrín 2:1).....	60
Imagen 13	Espina de mar propagado sustrato a ₁ (turba +cascarilla de arroz 2:1).....	60
Imagen 14	Toma de datos finales.....	61
Imagen 15	Altura del brote principal.....	61
Imagen 16	Trasplante en bolsas de la espina de mar (<i>hippophe rhamnoides</i> Linn.).....	61
Anexo 4	Tabla de cálculo de costo de producción.....	62
Anexo 5	Tabla de cálculo de beneficios.....	62

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “**EVALUACION DE TRES TIPOS DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA PROPAGACION AXESUAL DE LA ESPINA DE MAR (*Hippophae rhamnoides* Linn.)**”, se llevó a cabo en la estación experimental de cota cota de la ciudad de La Paz, con la finalidad de obtener plantines propagados por esquejes y el tipo de sustrato adecuado con la interacción de las hormonas sintéticas, que permita propagar la especie con mayor eficiencia. Proponiendo seis tramientos, dos tipos de sustrato, (turba +cascarilla de arroz al 2:1) y (turba + aserrín 2:1) y tres tipos de hormonas sintéticas, Roo Thor, Rapid Root y Parque.

El experimento fue evaluado en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial con dos factores y 3 repeticiones, con los cuales se obtuvo 18 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: días a la brotación, número de brotes, número de esquejes prendidos, número de hojas, longitud de la raíz, altura del brote principal, número de raíz por esqueje. Los esquejes de la espina de mar se sometieron a los siguientes tratamientos:

T1= (a₁ b₁): Turba +cascarilla de arroz (2:1), Root Hor (5cc/1l de agua).

T2= (a₁, b₂): Turba +cascarilla de arroz (2:1), Rapid Root (50g para 450 esquejes).

T3= (a₁, b₃): Turba +cascarilla de arroz (2:1), Parque (30g para 400 esquejes).

T4= (a₂, b₁): Turba +aserrín (2:1), Root Hor (5cc/1l de agua).

T5= (a₂, b₂): Turba +aserrín (2:1), Rapid Root (50g para 450 esquejes).

T6= (a₂, b₃): Turba +aserrín (2:1), Parque (30g para 400 esquejes).

El resultado más alto se obtuvo con A2 turba +aserrín 2:1 de 5,33 número de raíces, pertenecientes al tratamiento T5 (A2*B2). En cuanto a la longitud de raíces se obtuvo un promedio de 10,53 cm. que respondió el tratamiento T6. En general en todos los tratamientos en cuanto a la acción de las hormonas sintéticas no hubo diferencias, por tanto no se recomienda el uso de las hormonas por mismo costo. Los costos de producción determinaron que para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, y T6, cada planta cuesta producir a Bs. 0,48; 0,68; 0,55; 0,35; 0,35; 0,39. Obteniendo un B/C 1.30 por tratamiento aceptable mayor a la unidad. Donde el tratamiento T4, T5 muestra menor costo de producción.

SUMMARY

The research paper entitled "**EVALUATION OF THREE TYPES OF HORMONES ENRRAIZANTES IN THE SPREAD AXESUAL THORN DE MAR (*Hippophae rhamnoides* Linn.)**", Was conducted at the experimental station Cota Cota city of La Paz , with the in order to obtain seedlings propagated by cuttings and type of suitable substrate with the interaction of synthetic hormones , allowing propagate the species more efficiently. Proposing six tramiento, two types of substrate (peat + rice husk 2: 1) and (peat + sawdust 2: 1) and three types of synthetic hormones, Roo Thor, Rapid Root and Park.

The experiment was evaluated in a randomized block design with two factors factorial arrangement and 3 replications, with which 18 experimental units was obtained with. The variables evaluated were: days to sprouting, number of outbreaks, number of apprehended cuttings, leaf number, root length, height of the main shoot, number of root cuttings. Cuttings sea thorn underwent the following treatments:

T1 = (A1, B1): Peat + rice hull (2: 1), ROO - Thor (5cc / water 1l).

T2 = (A1, B2): Peat + rice hull (2: 1), Rapid Root (50g to 450 cuttings).

T3 = (A1, B3): Peat + rice husk (2: 1), Park (30 g to 400 cuttings).

T4 = (A2, B1): Peat + sawdust (2: 1), ROO - Thor (5cc / water 1l).

T5 = (A2, B2): Peat + sawdust (2: 1), Rapid Root (50g to 450 cuttings).

T6 = (A2, B3): peat + sawdust (2: 1), Park (30 g to 400 cuttings)

The highest result was obtained with A2 peat + sawdust 2: 1 5.33 number of roots, belonging to tramiento T5 (A2 * B2). Regarding the root length of 10.53 cm average was obtained. Who answered the T6 treatment generally in all treatments as to the action of synthetic hormones there was no difference, therefore the use of hormones is not recommended for the same cost. Production costs determined for treatments T1, T2, T3, T4, T5, and T6, each producing plant costs 0, 48 Bs. ; 0.68; 0.55; 0.35 ; 0.35 ; 0.39 . Getting a B/C 1.30 wholesale acceptable treatment unit. Where treatment T4, T5 shows lower production cost.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se estima que la tasa de deforestación alcanza a 17 millones de hectáreas, por lo que se considera que en el último siglo se destruyó el 50 por ciento de los bosques del mundo, siendo estos causados por el hombre sin contar los daños ocasionados por la naturaleza.

Bolivia ha dedicado poca atención al manejo y conservación de sus recursos naturales, donde se explota un bien al máximo hasta dejarlo sin posibilidades de recuperación, existiendo poco apoyo gubernamental en el manejo y conservación de suelos, y que la erosión de los suelos en nuestro país actualmente llega a 41.05 por ciento de superficie, y que progresivamente va en aumento.

Bajo esta realidad, es muy importante la búsqueda de alternativas que puedan garantizar la conservación y mejoramiento del recurso de 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, está 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 (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 semi - árida son alentadores (Rongsen, 1992).

El mismo autor en (1992) indica, la forma más 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.

1.1. Justificación

La espina de mar es una planta promisoría que existe en la madre naturaleza, proporcionando bastantes beneficios ecológicos, contribuyendo así al mejoramiento del medio ambiente, a la cobertura y conservación de suelos, y además se les puede proporcionar como forraje verde a los ganados de esta manera evitar la pérdida de la producción ganadera en épocas de sequía. Es posible generar nuevos ingresos con la industrialización de los frutos.

La espina de mar es una especie importante, porque se puede establecer en zonas totalmente marginales y degradadas así mismo mejora las condiciones medio ambientales a través de la conservación de suelos fijando nitrógeno al suelo.

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 sobrepaso 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 alternativas para reproducir plantines de espina de mar, por ello se propuso trabajar en la investigación mediante propagación vegetativa o por vía asexual, a través de estacas de la espina de mar en diferentes sustratos, siendo la más recomendable y accesible en nuestro contexto.

La información conseguida mediante el presente trabajo de investigación está dirigido al productor de las zonas altiplánica y zonas del valle de Bolivia y a instituciones que trabaja en el campo de la reforestación y manejo de conservación de suelos, propagando nuevas especies foréstelas multiuso para el buen manejo y mejoramiento de suelos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres hormonas sintéticas en la propagación vegetativa de espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.) y dos tipos de sustrato en la estación experimental de Cota Cota.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el enraizador de mayor eficiencia en la propagación de los esquejes de espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.).
- Determinar tamaño de raíz y número de brotes de espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.) en la propagación con la aplicación de tres hormonas sintéticas y dos tipos de sustrato.
- Identificar el tipo de sustrato más apropiado para el enraizamiento de los esquejes de espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Origen de la Espina de Mar

El nombre de espina de mar, está relacionado con el hecho que en Inglaterra existen pequeños arbustos y árboles de espina de mar que crecen a lo largo de las dunas y playas del mar, Similarmente los alemanes traducen el nombre de espina de mar a Espina de Arena. (Grieve, 1931; citado por Rongsen 1992).

La espina de mar es una planta originaria de la República Popular de China, esta planta con 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. Rongsen (1992).

Asimismo se considera que la región montañosa del Himalaya es el probable centro de origen del género *Hippophae* Linn. La espina de mar, es la planta típica del continente Euroasiático, distribuida en su totalidad de la región, (Yu, 1989; citado por Rongsen 1992).

La primera introducción de “Espina de Mar” en Bolivia fue en el año 1994 y hasta 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 University, Provo, Utah, E.U.A.), en Patacamaya en el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (I.B.T.A.), en la Carrera Técnica Superior Agropecuaria de Viacha (C.T.S.A.V.) que hoy en día es carrera de ingeniería en producción y comercialización agropecuaria (C.I.P. y C.A.) primera fase multiplicación por semilla, y en el Tecnológico Agropecuario de Caquiaviri (T.A.C.).

2.2. Manejo de la espina de mar en Bolivia

Respecto al manejo y cultivo de la espina de mar (M.A.C.A. y CO.TE.CH., 2004). Menciona lo siguiente: La República Popular de China en el año 1996 envió expertos en este cultivo a Bolivia con el propósito de realizar estudios, para la recuperación de suelos erosionados en los departamentos de La Paz, Potosí y Tarija. Durante la visita realizada a las regiones ya mencionados los técnicos evidenciaron que existen diversos tipos de erosión tales como hídricas y eólicas así mismo como los insumos territorios no cultivables en los valles de Tarija y las franjas andinas de La Paz y Potosí. Evidenciando de esta manera que estos territorios no proporcionan ningún beneficio a las comunidades indígenas de los departamentos ya mencionados.

Una vez realizado la primera inspección se acordaron entre los técnicos extranjeros y autoridades del gobierno boliviano, introducir la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.), El material genético se envió ese mismo año al centro internación de la espina de mar, que está localizado en Pekín de la República Popular de China, para realizar la introducción a nuestro país, con el objeto de:

- Establecer plantaciones de Espina de Mar en zonas erosionadas de La Paz, Potosí y Tarija para constituir centros de reproducción y difusión.

- Implementar viveros y multiplicar Espina de Mar, los mismos se convertirán en centros de capacitación y demostración sobre las técnicas de reproducción de plantas y manejo adecuado de estas unidades de trabajo.

2.3. Taxonomía

El botánico taxonomista Finlandés Arne Rousi, fue quien estudio y clasifico estas especies en 1971, dándole el nombre botánico de *Hippophae rhamnoides* Linn. de la subespecie Sinensis Rousi. Este género presenta diversidad en especies y subespecies entre las cuales las más importantes es la *Hippophae rhamnoides* Linn. Más conocida como la espina de mar.

Reino:	Vegetal
Clase:	Magnoliopsida
Sub clase:	Rosidae
Orden:	Rhamnales
Familia:	Elaegnaceae
Género:	Hippophae
Especie:	Rhamnoides
Nombre botánico:	<i>Hippophae rhamnoides</i> Linn.
Subespecie:	Sinensis Rousi o China
Nombre común:	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: Rongsen (1992)

2.4. Características medioambientales de la Espina Mar

La espina de mar es una planta muy resistente, que puede sobrevivir en condiciones severas de la naturaleza, como las que presenta el altiplano boliviano (Rongsen, 1992).

2.4.1. Temperatura

Según Rongsen, (1992), la espina de mar, pertenece al grupo de plantas termófilas. 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.

2.4.2. Precipitación

Rongsen indica que 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 por año, (Rongsen, 1992).

2.4.3. Suelo y salinidad

Según Rongsen la espina de mar puede 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, (Rongsen, 1992).

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 (Kong, 1994).

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).

2.5. Descripción morfológica de la Espina de Mar

La espina de mar, es un arbusto de hoja caduca, con una altura de 1 hasta 5 metros 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, (Rongsen, 1992).



Imagen 1. La Espina de Mar

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.

2.5.1. 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, (Yu, 1986; citado por Rongsen, 1992).



Imagen 2. Hojas de la Espina de Mar (*Hippophae ramnoides* Linn.)

2.5.2. Tallo



Imagen 3. Tallo de la Espina de Mar (*Hippophae ramnoides* Linn.)

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, (Yu, 1986; citado por Rongsen, 1992).

2.5.3. 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, (MACA-COOTECH, 2004).



Imagen 4. Raíz de la Espina de Mar (MACA-COTECH, 2004)

Líann, 1989 indica que la espina de mar tiene la habilidad de desarrollar sus raíces en suelos pobres, por la capacidad que tiene de fijar nitrógeno directamente del aire al suelo, por la presencia de los nódulos en sus raíces, Lian señala, que hay un hongo micorriza simbiótica, identificada 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, (Liann, 1988).

Cuadro 1. Comparación de fijación de nitrógeno de la Espina de Mar con otras leguminosas

LEGUMINOSAS	NITRÓGENO FIJADO (Kg/Ha)
Alfalfa	194
Trébol ladino	179
Trébol dulce	119
Trébol rojo	114
Kudzu	107
Trébol blanco	103
Soja	58
Espina de mar	180 Kg/Ha

Fuente: valores de Liann y Tisdale (1988).

2.5.4. Flor

La Planta de espina de mar presenta flores masculinas y femeninas y ambas no tienen néctar, (Liann, 1988).

2.5.4.1. Flores femeninas

Según Liann (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 quinto o sexto 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, 1988).

2.5.4.2. Flores masculinos

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^o C, las anteras se parten y el polen se esparce cuando sopla el viento, (Liann, 1988).

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.

2.5.5. Fruto

La Espina de Mar produce una fruta especial del tipo baya, que es diferente de otras bayas comunes, morfológicamente se desarrolla de un ovario y un tubo de cáliz el cual está estrechamente conectado al ovario, (Liann, 1988).

La fruta es una combinación de una hendidura carnosa, jugoso, tamaño de una arveja 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).

Los frutos tienen un promedio de peso de 43.6 mg y largo de 7.8 a 9.4 mm de longitud representan un verdadero almacén de vitamina C y de importantes sustancias bioactivas, (Rousi, 1971).

El fruto de la Espina de Mar llega a madurar en varios meses, esto es suficiente tiempo para cosechar, (Liann, 1988). El mismo autor señala que durante el frío del invierno, las frutas gradualmente se encojen y caen al suelo, por eso llegan a ser alimento favorito para las aves.

2.5.6. Semilla

La semilla está rodeada por un ovario apergaminado. Usualmente la semilla es ovoide rectangular, la cascara de la semilla es de color café grisáceo y brillante. Las frutas inmaduras son duras y de color verdoso, luego se tornan de color naranjado y rojo anaranjado cuando están maduras, (Yu., 1986 citado por Rongsen, 1992).

2.6. Propagación de la Espina de Mar

La espina de mar se puede propagar por semilla, esquejes y por rebrotes o llamado los hijuelos.

2.6.1. Propagación por vía semilla

La obtención 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, (Tan *et al.*, 1994).

2.6.2. Propagación por vía 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).

2.6.3. Propagación por vía esquejes

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).



Imagen 5. Espina de Mar propagado por esqueje

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 (Rongsen, 1992).

Los esquejes deben ser cortados de 15 a 20 cm. de largo con un diámetro del grosor del lápiz estos deben ser recolectados de plantas madres, los esquejes también pueden ser conservados en agua durante una semana sin perder su capacidad de enraizar.

2.7. Enfermedades y plagas

2.7.1. Enfermedades

El principal problema en el cultivo de la espina de mar es una enfermedad causada por una bacteria, *Pseudomonas syringe* que causa el marchitamiento de la planta y posterior muerte de la misma, (Yu, 1989).



Imagen 6. Espina de Mar con *Cytospora sp.*

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).

2.7.2. Plagas

La plaga más común en la planta *Hippophae*, es el gusano de las clases **Tsherbinka-1**, **Vitaminnaya** y **Maslichnaya**. Solamente causa daño foliar de poca importancia para el rendimiento de la planta (Hu, 1995).

2.8. Sustrato utilizado

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 (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.

2.8.1. Turba

Hartmann (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.

2.8.2. Arena

Hartmann (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 sustrato 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”.

2.9. Ambientes para la propagación asexual

Hartmann (1990) menciona “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.



Imagen 7. Cámara de propagación

2.10. Usos y beneficios

2.10.1. 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 (Rongsen, 1992).

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.

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.

2.10.2. 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).

La espina de mar 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).

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 Rongsen, 1992).

2.10.3. Conservación de suelo y 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).

2.10.4. Leña

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.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

La estación experimental de Cota Cota, se encuentra en el departamento de La Paz, zona Cota Cota, en predios del campus de la Universidad Mayor de San Andrés (U.M.S.A.), en el área que corresponde a la facultad de agronomía; está ubicado al sudeste de la ciudad de La Paz (Gutiérrez, 2013).

3.1.1. Ubicación geográfica

La zona de estudio, se encuentra localizado a 15 km del centro de la ciudad de La Paz que contempla los siguientes parámetros geográficos: altura 3400 m.s.n.m. latitud sur 16°32'00" y longitud 68°08'00" (Gutiérrez, 2013).

3.1.2. Características climáticas

3.1.2.1. Clima

Las condiciones agro climatológicas que presentan son de cabecera de valle, los veranos son calurosos con temperaturas que alcanzan a 21°C, en la época invernal la temperatura puede bajar hasta -5 °C, con una precipitación media de 400mm. (SENAMHI, 2015).

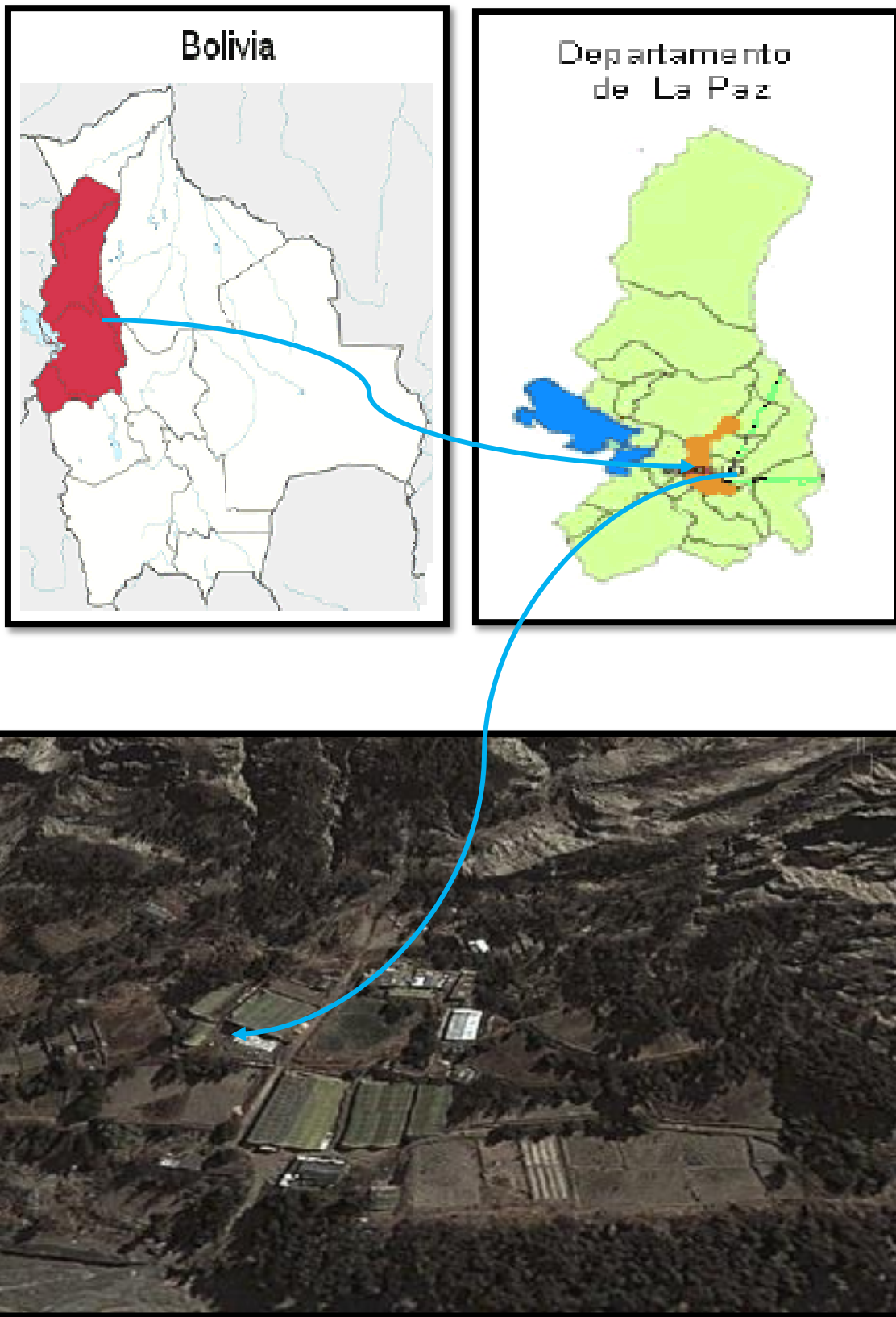


Imagen 8. Ubicación de la estación experimental de Cota Cota (La Paz)

3.1.2.2. Vegetación

Mollericona, (2010), menciona que el área de estudio presenta las siguientes especies:

Cuadro N° 2. Vegetación en la estación experimenta Cota Cota

Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>
Acacia floribunda	<i>Acacia retinoides</i>
Aromo	<i>Acacia dealbata</i>
eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>
Retama	<i>Spartium junceum</i>
Queñua	<i>Polylepis incana</i>
ligustros	<i>Ligustrum sinensis</i>
Chillca	<i>Baccharis sp.</i>
Cultivos agrícolas	

Fuente: Mollericona, (2010)

3.1.2.3. Actividad actual

La estación experimental de Cota Cota, realiza actividades de investigación en cultivos hidropónico, manejo de hortalizas hidropónica, prácticas de campo de diseños experimentales, fruticultura, fisiología vegetal, horticultura, Fitomejoramiento, terapéutica vegetal, producción de hortalizas en carpas solares, producción de miel de abeja, manejo de ganado y comercialización.

3.2. Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales en el procedimiento de la propagación de la espina de mar.

3.2.1. Material de campo

- Cuaderno de campo
- Planillas de registro
- Pala y picota
- Tijeras manual de podar
- Vernier

- Recipientes
- Bolsas de yute
- Carretilla
- Cámara fotográfica
- Un termómetro de máximo y mínimo
- Regaderas
- Una regla graduada
- Letreros de identificación

3.2.2. Material para sustrato

- Dos carretillas de turba y una carretilla de aserrín
- Dos carretillas de turba y una carretilla de chala de arroz.
- Agua a 100 °C para la desinfección del sustrato

3.2.3. Material vegetativo en estudio

- Esquejes de la variedad de *Hippophae ramnoides* Linn. ssp. *Sinensis rousi* donde se utilizó 144 esquejes para la propagación de esta especie.
- Insecticida lorsban Plus* (i.a. clorpirifos 50%, cipermetrina 5%, ingrediente inerte 100%) en una dosis de 5cc/20 l de agua.
- Fungicida Ridomil 80g/20 l de agua.

3.2.4. Material para enraizar

Se utilizaron tres tipos de hormonas sintéticas para enraizar las cuales detallaremos a continuación.

- Parque (ácido alfa naftalen acético 0,3 gr., inerte c.s.p. 100,0 gr.)
- Rapid Rood (ácido indol butírico 0,3%, inertes 99,7%)
- Root Hor (ácido alfa naftalen acético 0,4%, ácido indol butírico 0,1%, ácido nucleicos 0,1%, sulfatos de zinc 0,4%, solución nutritiva 94,4%)

3.2.5. Material de escritorio

- Una computadora
- Hojas y bolígrafos
- Calculadora y Flash memory

3.3. Metodología

3.3.1. Reconocimiento del terreno

Se realizó un reconocimiento visual del terreno para establecer la ubicación, posición del propagador de esquejes y la semi sombra verificando que exista provisión constante de agua y que sea de fácil accesibilidad para realizar el trabajo de investigación.

3.3.2. Preparación de la zona de experimentación

Se procedió al desmalezado, del área en estudio para empezar con la preparación de la cámara de propagación.

Luego se realizó la medición de las dimensiones de la cámara de propagación donde se plantó los esquejes de la Espina de Mar (*Hippophae ramnoides* Linn. ssp. *Sinensis* rousi).

3.3.3. Preparación de la cámara de propagación

La cámara de propagación de la espina de mar se construyó de madera, para este fin se requería 18 pequeños cajones; las dimensiones: 25cm. de largo, 50cm. de ancho y 30cm. de altura.

Se construyó una cámara de propagación de 18 unidades experimentales con una dimensión total de 225 cm. de largo y 100 cm. de ancho y por la parte inferior se cubrió con agrofilm agujereado, dentro de esta se dividió en 3 repeticiones con 6 unidades experimentales las tres repeticiones.

3.3.4. Preparación del sustrato y desinfección

El sustrato se preparó, utilizando la relación turba + cascarilla de arroz (2 Turba: 1 cascarilla de arroz) y turba +aserrín (2 Turba: 1 Aserrín).

La desinfección del sustrato se realizó con agua hervida en punto de ebullición (100 °C), con una anticipación de dos días antes del plantado de los esquejes, se utilizó un volumen de 50 L de agua y fue roseado sobre el sustrato homogéneamente,

luego se procedió a cubrir con un plástico transparente para que haga la desinfección por la temperatura del agua hervida al sustrato.



Imagen 9. Sustrato de a₁ (turba + cascarilla de arroz 2:1)



Imagen 10. Sustrato de a₂ (turba + aserrín 2:1)

3.3.5. Preparación del material vegetal y desinfección

Una vez identificado las plantas madres a propagar según sus características fisiológicas, fenológicas y estado sanitario se procedió a la obtención de esquejes, la recolección de los estacas se realizó en horas de la mañana y han sido colocados en un recipiente o balde con agua, esto con el fin de que no sufra un estrés fisiológico brusco.

Los esquejes recolectados para la respectiva propagación tenían las siguientes características 10 – 15 cm de longitud, con 5 – 6 yemas axilares (grosor de 5mm) realizando con un corte horizontal debajo del nudo, de manera que el tamaño de la herida sea pequeño y sane más rápido, se quitó toda las hojas dejando solamente las yemas axilares. Una vez obtenido los esquejes se procedió a la desinfección con insecticida lorsban Plus* en una dosis de 5 cc /20 L de agua, y fungicida Redomil 80 g /20 L de agua, posteriormente se introdujo los esquejes durante un tiempo de 15 a 10 segundos.

3.3.6. Plantado de esquejes

Una vez ya desinfectado las estacas se procede la colocación de las hormonas sintéticas según las indicaciones de cada producto, ya con las hormonas se realizó la apertura de hoyos en el sustrato a una profundidad de 2 a 3 cm, seguidamente se hace el plantado de los esquejes con una inclinación de 45° desde la base, con espaciamiento entre los esquejes de 8X8 cm.



Imagen 11. Plantado de esquejes de Espina de Mar

3.3.7. Fase del vivero

En esta fase la Espina de Mar permaneció por un tiempo de 140 días hasta que la especie haya logrado su adaptabilidad, con una altura adecuada para ser el repique en bolsas y luego ser trasplantados en un campo definitivo.

3.4. Diseño experimental

En esta investigación se efectuó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial con dos factores y tres repeticiones, esto para dividir o analizar los factores en orden de importancia y por lo reducido de la superficie experimental, que permitieron un manejo adecuado de los materiales que se utilizaron en el experimento (Calzada, 1970).

Factor A	Tipos de Sustrato
a ₁	Turba + cascarilla de arroz (2:1)
a ₂	Turba + aserrín (2:1)
Factor B	Tipos de Hormonas Sintéticas
b ₁	Root Hor (5ml en 1 L de agua)
b ₂	Rapid Root (50 gr para 450 esquejes)
b ₃	Parque (30 gr para 400 esquejes)

3.4.1. Tratamientos

T1= (a₁ b₁): Turba +cascarilla de arroz (2:1), Root Hor (5cc/1l de agua).

T2= (a₁, b₂): Turba +cascarilla de arroz (2:1), Rapid Root (50g para 450 esquejes).

T3= (a₁, b₃): Turba +cascarilla de arroz (2:1), Parque (30g para 400 esquejes).

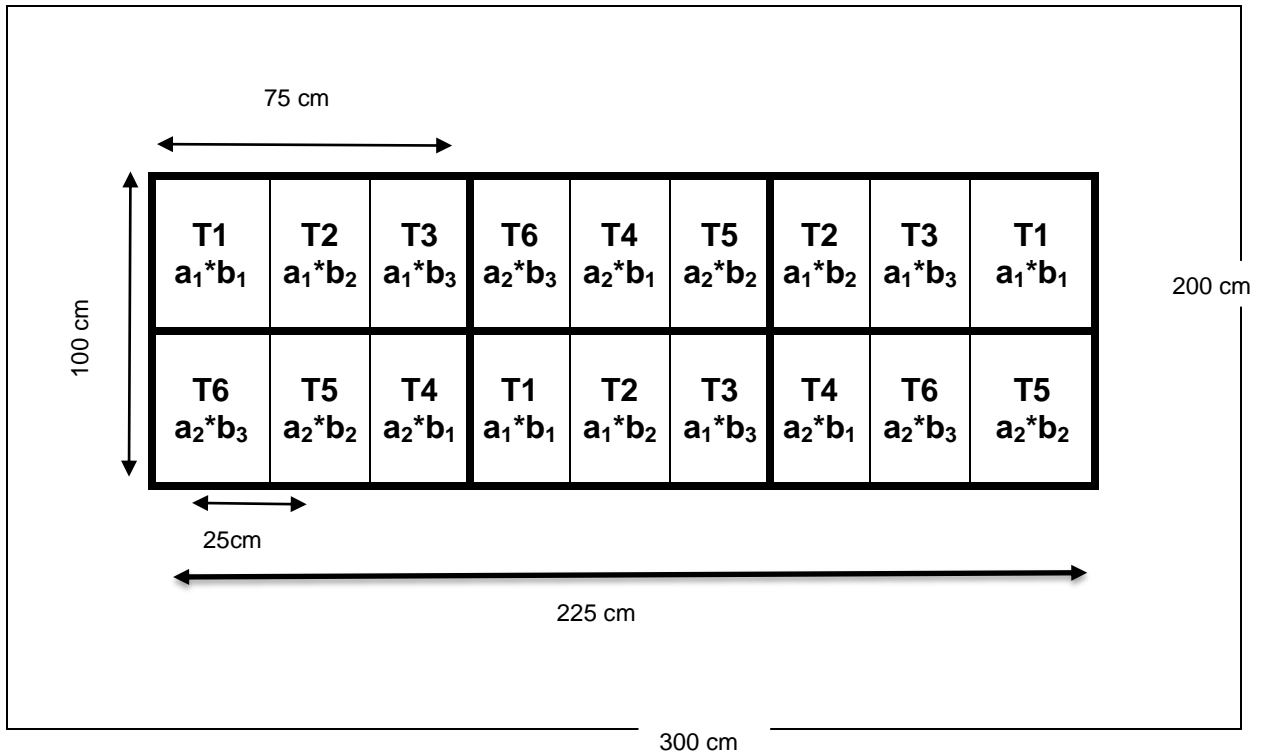
T4= (a₂, b₁): Turba +aserrín (2:1), Root Hor (5cc/1l de agua).

T5= (a₂, b₂): Turba +aserrín (2:1), Rapid Root (50g para 450 esquejes).

T6= (a₂, b₃): Turba +aserrín (2:1), Parque (30g para 400 esquejes).

3.4.2. Croquis del experimento

Cuadro 3. Croquis de la investigación



3.5. Modelo lineal aditivo

El modelo lineal aditivo para el diseño de bloques completamente al azar bifactorial según Calzada (1982), es el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- X_{ijk} Una observación cualquiera
- μ Media general
- β_k Efecto del K- esimo bloque
- α_i efecto del i-esimo nivel de factor A (sustratos)
- γ_j efecto del j-esimo nivel de factor B(Hormona sintéticas)
- $(\alpha\gamma)_{ij}$ interacción del i-esimo nivel A con el J-esimo nivel de B (factor A x factor B)
- ε_{ijk} Error experimental

3.6. Características tomadas en cuenta del área experimental

Cuadro 4. Características de área experimental

Área total del experimento:	60000 cm ²
Área neta del experimento.	22500 cm ²
Número de repeticiones:	3
Separación entre repetición:	2 cm
Distancia entre surcos:	8 cm
Densidad de plantado:	8*8 cm
Número de surcos por tratamiento:	2

3.7. Variables de respuesta

Para observar la influencia del sustrato y los tipos de hormonas sintéticas se tomaron en cuenta los siguientes variables de respuesta.

3.7.1. Días a la brotación

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

3.7.2. Número de brotes

Este dato se obtuvo mediante el conteo de brotes de los esquejes seleccionados de cada tratamiento, una vez finalizado el experimento solo de los que sobreviven.

3.7.3. Número de esquejes prendidos

Para la obtención del número de esquejes prendidos o esquejes viables espina de mar, se observó el número de esquejes prendidas por tratamiento (emisión de la raíz) al final del experimento y expresados en número a los 140 días.

3.7.4. Número de hojas

De los esquejes ya seleccionado para la evaluación, se realizó el conteo de la cantidad de hojas por esqueje, al finalizar el experimento a los 140 días.

3.7.5. Longitud de la raíz

Este dato se registró al finalizar el experimento a los 140 días, se extrajo con mucho cuidado un esqueje enraizado y luego se hizo remojar en agua para poder ver que longitud tenía la raíz a los 140 días, con una regla graduado en cm.

3.7.6. Número de raíz

El número de raíces, se registró al finalizar el experimento a los 140 días, se contabilizo de los diferentes tratamientos de la investigación.

3.7.7. Altura del brote principal

La altura del brote principal se midió en diferentes momentos de crecimiento de cada tratamiento, los datos tomados fueron a los 20, 50, 80, 110y 140 días.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Variables agronómicas

4.1.1. Días a la brotación

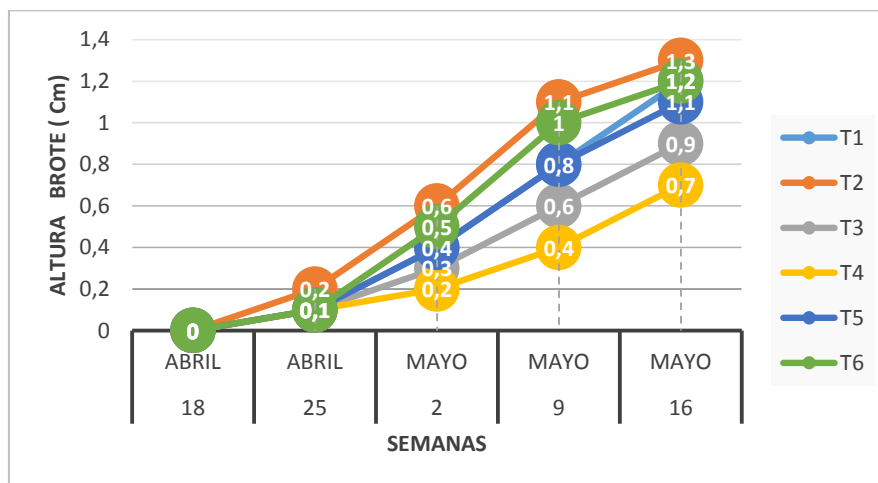
Cuadro 5. Longitud de brotes de las estacas por semana

DIA	MES	TRATAMIENTOS			NDB		
		A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
12	ABRIL	-	-	-	-	-	-
18	ABRIL	0	0	0	0	0	0
25	ABRIL	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
2	MAYO	0,4	0,6	0,3	0,2	0,4	0,5
9	MAYO	0,8	1,1	0,6	0,4	0,8	1
16	MAYO	1,2	1,3	0,9	0,7	1,1	1,2

Las observaciones de días a la brotación en el cuadro 5, los brotes de los esquejes de la espina de mar tienen su inicio a partir de la segunda semana (25 de Abril) cabe decir a los 14 días después del plantado de esquejes hasta quinta semana (16 de mayo) día

35. Se pudo observar que en la primera semana no brotaron los esquejes, a partir de la segunda semana se vieron los rebrotes de los esquejes, y con una longitud en promedio de brotes que se detallan en el cuadro 5.

Figura 1. Curva de longitud de brotes por semana



En la figura 1 se observa la curva de longitud de brotes en promedio de los tratamiento hasta la quinta semana. Dando a conocer según el grafico el tratamiento (T2), es la que sobresale con una longitud en promedio de 1,3 cm, el T2 = A₁*B₂ (turba + cascarilla de arroz * Rapid Root).

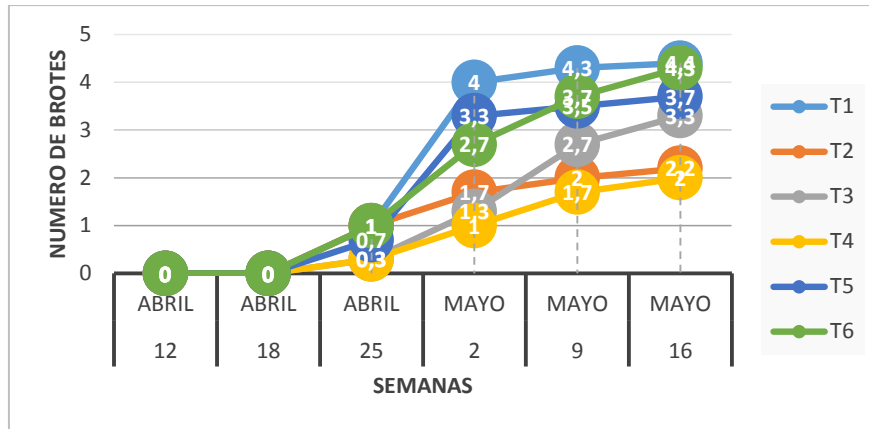
Cuadro 6. Número de brotes de las estacas por semana

DIA	MES	TRATAMIENTOS			NDB		
		A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
12	ABRIL	-	-	-	-	-	-
18	ABRIL	0	0	0	0	0	0
25	ABRIL	1	1	0,3	0,3	0,7	1
2	MAYO	4	1,7	1,3	1	3,3	2,7
9	MAYO	4,3	2	2,7	1,7	3,5	3,7
16	MAYO	4,4	2,2	3,3	2	3,7	4,3

Las observaciones de número de brotes por tratamiento se detallan en el cuadro 6, se observó el número de brotes de los esquejes de la espina de mar, dando inicio a partir de la segunda semana (25 de Abril) es decir a los 14 días después del plantado de esquejes hasta quinta semana (16 de mayo) día 35. En la quinta semana se

observaron el promedio de número de brotes totales de los tratamientos, en esta semana ya no se vieron más rebrotes.

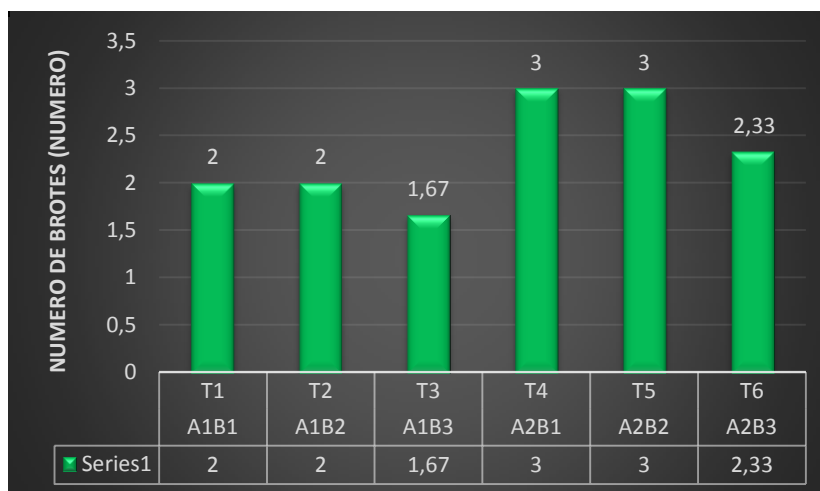
Figura 2. Curva de número de brotes por semana



En la figura 2 se puede observar la curva de número de brotes en promedio de los tratamientos hasta quinta semana. Dando a conocer según el grafico el tratamiento (T1, T6) con un número de brotes de 4,4 y 4,3 respectivamente, $T1 = a_1 \cdot b_1$ (turba + cascarilla de arroz * Root Hor), $T6 = a_2 \cdot b_3$ (turba + aserrín * Parque), donde el tratamiento T1 fue mejor que el resto en el número de brotes.

4.1.2. Número de brotes por esquejes

Figura 3. Promedio de número de brotes en los esquejes por tratamiento



En la figura 3, se puede observar el mayor número de brotes en los tratamientos T4, T5, (turba +aserrín 2:1* Root Hor), (turba +aserrín 2:1 * Rapid Root) respectivamente

con un promedio de 3 brote por esqueje. Seguido por el tratamiento T6 (turba +aserrín 2:1 * Parque), con un promedio de 2,3 número de brotes en promedio. Los tratamientos T1, T2, (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor), (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root) respectivamente con un promedio 2 brotes por esquejes. Por último se tiene el tratamiento T3 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Parque) con un promedio de 1,66 brotes por esqueje.

El mayor número de brotes en los tratamientos T4, T5 se atribuye gracias a la acción de la interacción del sustrato y las hormonas sintéticas en los esquejes aplicados a los respectivos tratamientos.

El análisis de varianza (**ANVA**), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre el número de brotes por esqueje (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza de número de brotes por esqueje

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG.
Bloque	0,67	2	0,33	4,79	0,0348	*
Sustrato	0,43	1	0,43	6,15	0,0326	*
Hormonas	0,11	2	0,06	0,79	0,4784	ns
Sustrato*Hormonas	0,1	2	0,05	0,68	0,5279	ns
Error	0,7	10	0,07			
Total	2,01	17				

**** = altamente significativo**

*** = significativo**

ns = no significativo

cv =17,74%

Como se observa en el cuadro 7, el resultado entre los bloques fue significativo (*), con relación al número de brotes obtenidos al final de la investigación, por lo que indica que el comportamiento no fue homogéneo y el diseño es más preciso.

En cuanto a los sustratos (factor A), el resultado del análisis de varianza es significativo (*), esto indica que existen diferencias entre los tipos de sustratos que se aplicaron en el experimento a₁ (Turba + cascarilla de arroz 2:1), a₂ (Turba + aserrín 2:1) para la obtención de brotes por esqueje.

El resultado de las hormonas sintéticas (factor B) aplicados en la investigación el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**ns**) entre las hormonas sintéticas aplicadas en el experimento b₁ (Root Hor), b₂ (Rapid Root), b₃ (Parque), para la obtención de brotes.

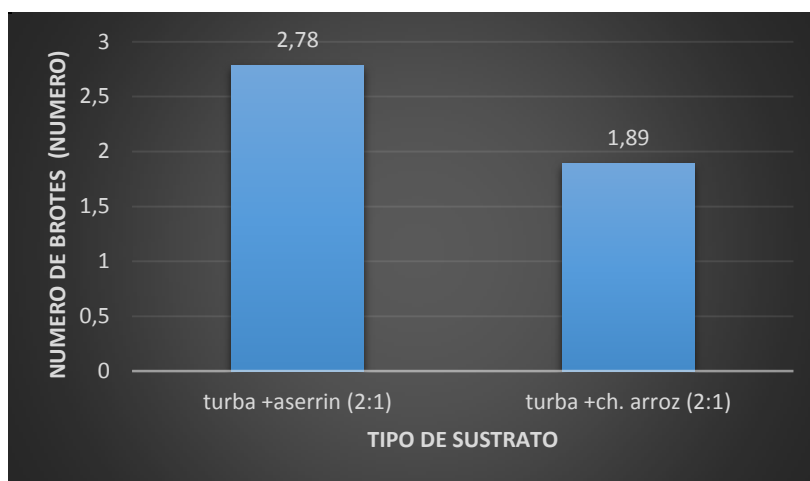
El resultado de la interacción de los dos factores (sustrato * hormonas), en el análisis de varianza, indica que no hay diferencia significativa (**ns**), que la acción conjunta entre tipo de sustrato y tipo de hormonas sintéticas (factor A * factor B) aplicados en la investigación, no muestra diferencias en la obtención de número de brotes por esqueje.

El coeficiente de variación es de **CV=17,74%**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

Cuadro 8. Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número de brotes por esqueje

FACTOR A	TIPOS DE SUSTRATO	MEDIA	DUNCAN 5%
a ₂	Turba +aserrín (2:1)	2,78	A
a ₁	Turba +ch. arroz 2:1)	1,89	B

Figura 4. Número de brotes por cada tipo de sustrato

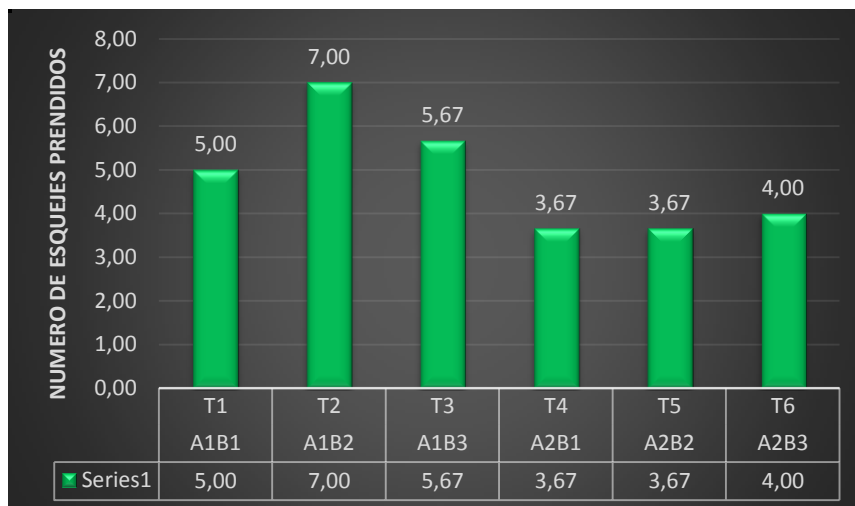


En el cuadro 8 y figura 4 se observa que el sustrato a_2 (Turba + aserrín 2:1) consiguió un promedio de 2,78 números brotes, lo cual muestra superioridad con respecto al sustrato a_1 (Turba + cascarilla de arroz 2:1) que se obtuvo un promedio de 1,89 número brotes por esqueje.

Según los resultados obtenidos en la prueba de Duncan demuestra que el sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1), tiene menor espacio aéreo y la acción de la humedad no permitió que los esquejes de la espina de mar se pudran. Gracias a esta acción estimuló la obtención de mayor número de brotes.

4.1.3. Número de esquejes prendidos

Figura 5. Promedio de número de esquejes prendidos, a los 140 días por tratamiento



En la figura 5, se observa el mayor número de esquejes prendidos en el tratamiento T2, (turba +cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root) con un promedio de 7 esquejes prendidos de un total de 8 esquejes plantados. Seguido por el tratamiento 3 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Parque), con un promedio de 5,66 número de esquejes prendidos en promedio. El tratamiento T1, (turba+ cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor) obtuvo un promedio 5 esquejes prendidos. El tratamiento T6 (turba + aserrín 2:1 * Parque) obtuvo un promedio de 4 esquejes prendidos. Los tratamientos T4, T5 (turba + aserrín 2:1 * Root Hor), (turba + aserrín 2:1 * Rapid Root) respectivamente, alcanzaron un promedio de 3,6 esquejes prendidos.

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{\text{número de esquejes enraizados}}{\text{Número total de esquejes}} \times 100$$

$$\%P = 60,41\%$$

esto se debe a la temperatura registrada de Tmax 20,17°C y Tmin 8,91°C dentro de la cámara de propagación, y la temperatura del ambiente donde se encuentra la cámara de propagación Tmax 21,3°C y Tmin 7,0 °C (Quinteros, 2014).

El análisis de varianza (**ANVA**), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre el número de esqueje prendidos (cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza de número de esquejes prendidos a los 140 días.

F.V.	SC	GL	CM	F	P- VALOR	SIG.
Bloque	0,33	2	0,17	0,2	0,8219	ns
Sustrato	20,06	1	20,06	24,07	0,0006	**
Hormonas	4,33	2	2,17	2,6	0,1232	ns
Sustrato*Hormonas	3,44	2	1,72	2,07	0,1773	ns
Error	8,33	10	0,83			
Total	36,5	17				

** = altamente significativo

* = significativo

ns = no significativo

cv =18,89%

El resultado entre los bloques fue no significativo (**ns**), con relación al número de esquejes prendidos, obtenidos al final de la investigación, por lo que nos indica que el diseño pierde precisión.

En cuanto a los sustratos (factor A), el resultado del análisis de varianza es altamente significativa (******), esto indica que los dos tipos sustratos utilizados permiten obtener diferentes números de esquejes prendidos entre los sustratos que se aplicaron en el experimento a₁ (turba + cascarilla de arroz 2:1), a₂ (turba + aserrín 2:1) para obtener los esquejes prendidos.

El resultado de las hormonas sintéticas (factor B), en el análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas (**ns**) entre las hormonas sintéticas aplicadas en el experimento b₁ (Root Hor), b₂ (Rapid Root), b₃ (Parque) para la obtención de número de esquejes prendidos.

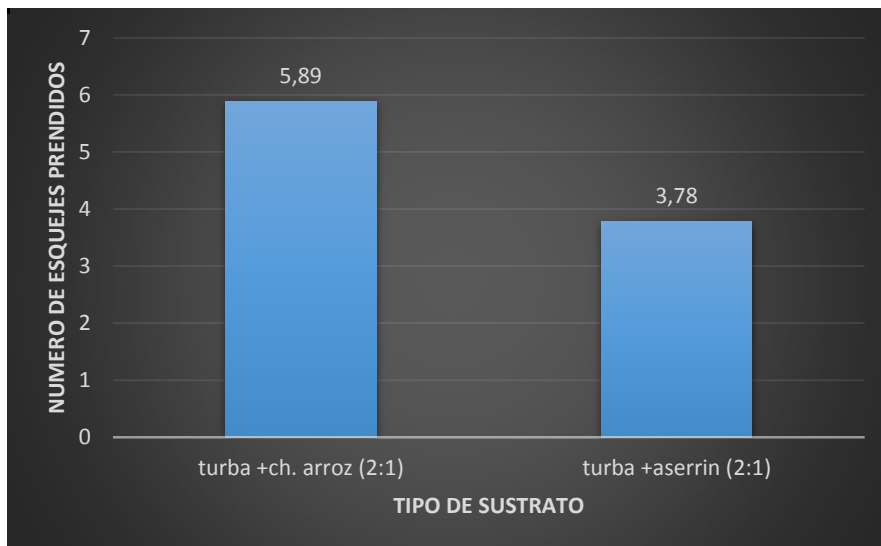
El resultado de la interacción de los dos factores (sustrato* tipo de hormonas), en el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (**ns**), entonces que la acción conjunta factor A y factor B (tipo de sustrato* tipo de hormonas sintéticas), no muestra diferencias en la obtención de número esquejes prendidos a los 140 días.

El coeficiente de variación es de **CV=18,89%**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

Cuadro 10. Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número esquejes prendidos a los 140 días

FACTOR A	TIPO DE SUSTRATO	MEDIAS	DUNCAN	
a1	Turba +ch. arroz (2:1)	5,89	A	
a2	Turba +aserrín (2:1)	3,78		B

Figura 6. Número de esquejes prendidos a los 140 días por cada tipo de sustrato

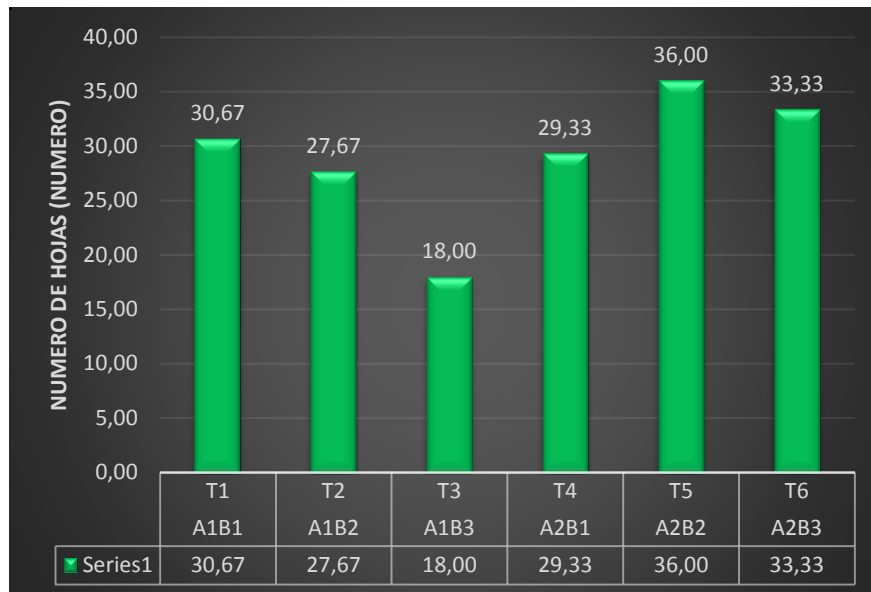


El cuadro 10 y la figura 6 se observa que el sustrato a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1) consiguió un promedio de 5,89 números de esquejes prendidos, lo cual muestra superioridad con respecto al sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1) que se obtuvo un promedio de 3,78 números de esquejes prendidos.

Según los resultados obtenidos, se puede evidenciar en la obtención de esquejes prendidos, muestra que el sustrato a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1), presenta un mayor número de esquejes prendidos, esto se debe a las características del sustrato que tiene mayor espacio aéreo que el sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1).

4.1.4. Número de hojas

Figura 7. Promedio de Numero de hojas por tratamiento



En la figura 7, se puede observar el mayor número de hojas en el tratamiento T5, (turba +aserrín 2:1 * Rapid Root) con un promedio de 36 hojas. Seguido por el tratamiento 6 (turba +aserrín 2:1 * Parque), con un promedio de 33,33 número de hojas en promedio. El tratamiento T1, (turba+ cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor) obtuvo un promedio 30,66 números de hojas. El tratamiento T4 (turba + aserrín 2:1 * Root Hor) obtuvo un promedio de 29,33 número de hojas. El tratamiento T2 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root) obtuvo un promedio de 27,66 número de hojas. Los

tratamientos T3, (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Parque), obtuvo un promedio de 18 números de hojas.

El tratamiento T5 obtuvo un mayor número de hojas gracias a acción conjunta del sustrato a₂ (turba + aserrín 2:1) y hormona b₂ (Rapid Root), el sustrato a₂ presenta menor espacio aéreo el cual estimula fisiológicamente el crecimiento de más hojas para asimilar la energía solar y fabricar su propio alimento y la presencia del ácido indol butírico es el responsable de inducir el rápido crecimiento radicular de los esquejes, mientras se desarrolla la raíz indirectamente aumenta el número de hojas.

El análisis de varianza (**ANVA**), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre el número de hojas (cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de varianza de número de hojas

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG.
Bloque	64,33	2	32,17	0,81	0,4736	ns
Sustrato	249,39	1	249,39	6,25	0,0314	*
Hormonas	136,33	2	68,17	1,71	0,23	ns
Sustrato*Hormonas	127,44	2	63,72	1,6	0,2501	ns
Error	399	10	39,9			
Total	976,5	17				

**** = altamente significativo**

*** = significativo**

ns = no significativo

cv =21,66%

El resultado entre los bloques fue no significativo (**ns**), con relación al número de hojas, obtenidos al final de la investigación, por lo que nos indica que el diseño pierde precisión, por lo que se bloqueó la luz solar no tuvo efecto directo.

En cuanto a los sustratos (factor A), el resultado del análisis de varianza es significativa (*****), esto indica que los dos tipos sustratos utilizados permiten obtener diferentes números de hojas entre los sustratos que se aplicaron en la investigación a₁ (turba + cascarilla de arroz 2:1), a₂ (turba + aserrín 2:1) para obtener el número de hojas.

El resultado de las hormonas sintéticas (factor B), el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**ns**) entre las hormonas sintéticas aplicadas en el experimento b₁ (Root Hor), b₂ (Rapid Root), b₃ (Parque) para la obtención de número de hojas.

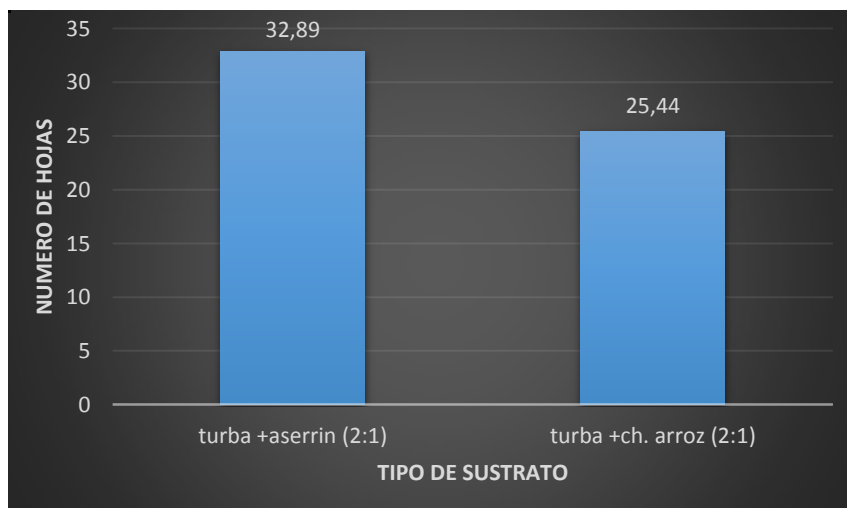
El resultado de la interacción de los dos factores (sustrato*tipo de hormonas), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (**ns**), entonces la acción conjunta factor A y factor B (tipo de sustrato* tipo de hormonas sintéticas), no muestra diferencias en la obtención de número de hojas.

El coeficiente de variación es de **CV=21,66%**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

Cuadro 12. Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número de hojas

FACTOR A	TIPO DE SUSTRATO	MEDIAS	DUNCAN	
a ₂	Turba + aserrín (2:1)	32,89	A	
a ₁	Turba + ch. arroz (2:1)	25,44		B

Figura 8. Número de hojas obtenidas en promedio, por cada tipo de sustrato



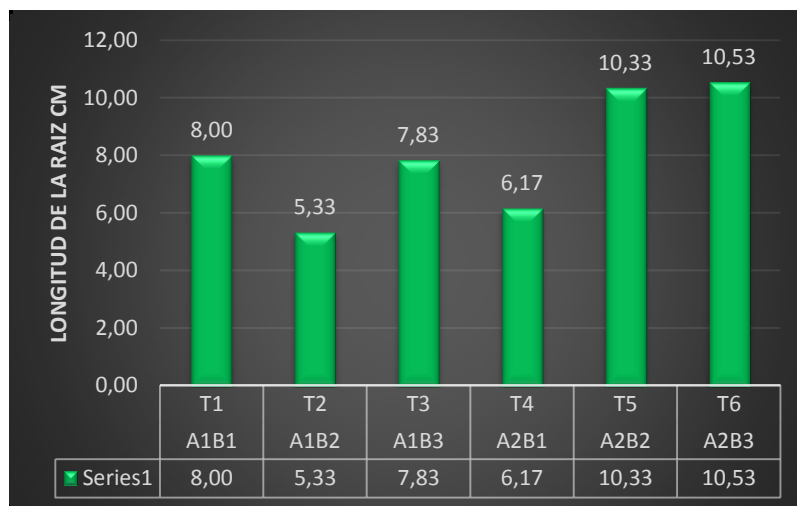
El cuadro 12 y la figura 8 se observa que el sustrato a₂ (turba + aserrín 2:1) consiguió un promedio de 32,89 números de hojas, lo cual muestra superioridad con respecto al

sustrato a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1) que se obtuvo un promedio de 25,44 números de hojas.

Según los resultados obtenidos, se puede evidenciar que en esta variable, demuestra que el sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1), presenta mayor número de hojas, gracias a las características del sustrato turba + aserrín 2:1 la poca presencia de porosidad en el sustrato exigió mayor desarrollo de hojas.

4.1.5. Longitud de la raíz

Figura 9. Promedio de longitud de la raíz por tratamiento



La figura 9, indica que el tratamiento T6 (turba +aserrín 2:1 * Parque) obtuvo el mayor longitud de raíces en promedio de 10,53 cm. Seguido por el tratamiento T5 (turba +aserrín 2:1 * Rapid Root), con un promedio de 10,33 cm de longitud de raíces. El tratamiento T1, (turba+ cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor) obtuvo un promedio 8 cm de longitud de raíces. El tratamiento T3 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Parque) obtuvo un promedio de 7,83 cm de longitud de raíces. El tratamiento T4, (turba+ aserrín 2:1 * Root Hor) obtuvo un promedio 6,16 cm de longitud de raíces. El tratamiento T2 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root) obtuvo un promedio de 5,33 cm de longitud de raíces.

De acuerdo a las características del sustrato a_2 (turba+ aserrín 2:1) presenta menor porosidad en su estructura, y la interacción con las hormonas sintética, el cual favoreció en el desarrollo óptimo del sistema radicular de los esquejes presentes en

este tratamiento, la hormona b_3 (Parque) indujo el ácido alfa naftalen acético al crecimiento de las raíces, b_2 (Rapid Root) indujo activando ácido indol butírico, la cual es responsable de inducir el rápido crecimiento radicular de los esquejes.

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

El análisis de varianza (**ANVA**), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre la longitud de las raíces (cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de varianza de longitud de la raíz

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG.
Bloque	0,07	2	0,03	0,09	0,9146	ns
Sustrato	3,00E-03	1	3,00E-03	0,01	0,9315	ns
Hormonas	2,6	2	1,3	3,37	0,0761	ns
Sustrato*Hormonas	0,6	2	0,3	0,77	0,4875	ns
Error	3,86	10	0,39			
Total	7,13	17				

** = altamente significativo
 * = significativo
 ns = no significativo
 cv =22,47%

El resultado entre los bloques fue no significativo (**ns**), con relación a la longitud de la raíz, obtenidos al final de la investigación, por lo que nos indica que el diseño pierde precisión.

En los tipos de sustratos (factor A), el resultado del análisis de varianza es no significativa (**ns**), esto indica que los dos tipos sustratos utilizados a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1) y a_2 (turba + aserrín 2:1) no hubo diferencia en la obtención de la longitud de la raíz, la aplicación de los sustratos (a_1 , a_2) en la investigación no muestra diferencia para obtener longitud de la raíz en cm.

El resultado de las hormonas sintéticas (factor B), el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**ns**) entre las hormonas sintéticas aplicadas en el

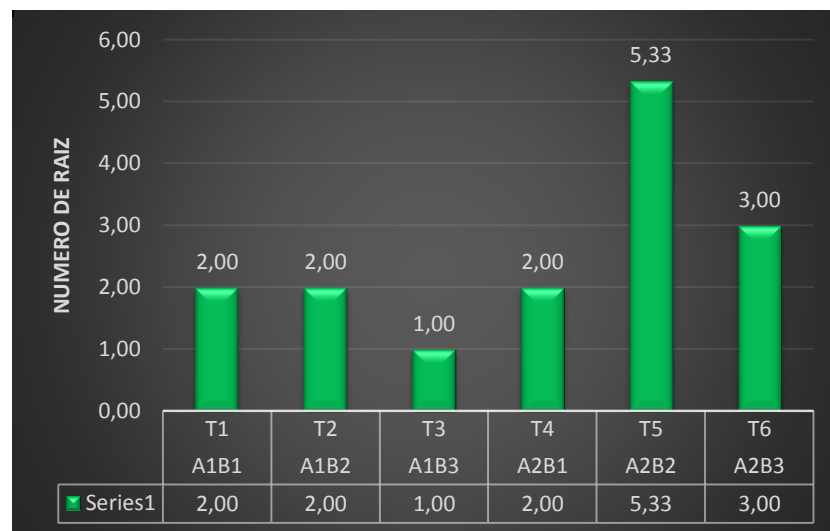
experimento b_1 (Root Hor), b_2 (Rapid Root), b_3 (Parque) para la obtención de la longitud de raíz.

El resultado de la interacción de los dos factores (sustrato*tipo de hormonas), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (**ns**), entonces la acción conjunta factor A y factor B (tipo de sustrato* tipo de hormonas sintéticas), no muestra diferencias en la obtención de la longitud de las raíces.

El coeficiente de variación es de **CV=22,47 %**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

4.1.6. Número de raíz

Figura 10. Promedio de número de raíz por tratamiento



Los resultados obtenidos en la investigación se muestra en la figura 10, donde indica que el tratamiento T5 (turba + aserrín 2:1 * Rapid Root) obtuvo el mayor número de raíces en promedio de 5,33 raíces. Seguido por el tratamiento T6 (turba + aserrín 2:1 * Parque), con un promedio de 3 raíces. Los tratamientos T1, T2, T4, (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor), (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root), (turba + cascarilla de arroz 2:1* Root Hor), obtuvieron un promedio de 2 raíces. El tratamiento T3, (turba+ cascarilla de arroz 2:1 * Parque) obtuvo un promedio un raíz.

De acuerdo a las características del sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1) presenta menor espacio aéreo en su estructura, y la interacción con la hormona sintética Root Hor, que acelera el desarrollo radicular desde el primer día, como el sustrato no tenía mucha espacio aéreo la acción de la hormona no solo indujo al crecimiento radicular también indujo a la proliferación de raíces, el cual favoreció en el desarrollo óptimo de número de raíces.

El análisis de varianza (**ANVA**), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre el número de raíces (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza de número de raíz

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG.
Bloque	0,16	2	0,08	0,68	0,529	ns
Sustrato	1,34	1	1,34	11,25	0,0073	**
Hormonas	1,09	2	0,55	4,57	0,0389	*
Sustrato*Hormonas	0,2	2	0,1	0,86	0,4538	ns
Error	1,19	10	0,12			
Total	3,99	17				

** = altamente significativo

* = significativo

ns = no significativo

cv =22,61%

El resultado entre los bloques fue no significativo (**ns**), con relación al número de raíces, obtenidos al final de la investigación, por lo que nos indica que el diseño pierde precisión.

En cuanto a los tipos de sustratos (factor A), el análisis de varianza es altamente significativa (******), indica que los dos tipos sustratos utilizados presentan diferencias en la obtención del número de raíces, la aplicación de los sustratos a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1), a_2 (turba + aserrín 2:1) en la investigación muestra altamente significativas en la obtención de número de raíces.

El resultado de las hormonas sintéticas (factor B), el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas (*****) entre las hormonas sintéticas aplicadas en el

experimento b_1 (Root Hor), b_2 (Rapid Root), b_3 (Parque) para la obtención de número de raíces.

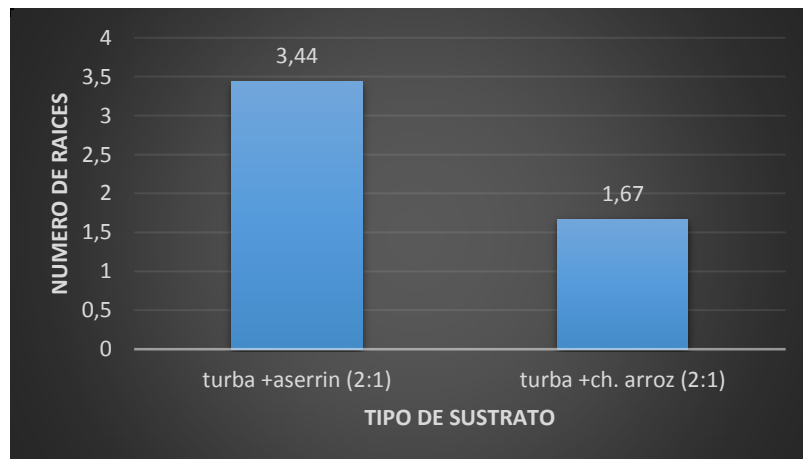
El resultado de la interacción de los dos factores (sustrato*tipo de hormonas), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (**ns**), entonces la acción conjunta factor A y factor B (tipo de sustrato* tipo de hormonas sintéticas), no muestra diferencias en la obtención del número de raíces.

El coeficiente de variación es de **CV=22,61 %**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

Cuadro 15. Prueba de rango múltiple de Duncan para el tipo de sustrato, en el número de raíz

FACTOR A	TIPO DE SUSTRATO	MEDIAS	DUNCAN
a2	Turba +aserrín (2:1)	3,44	A
a1	Turba +ch. arroz (2:1)	1,67	B

Figura 11. Número de raíces obtenida en promedio, por cada tipo de sustrato



En el cuadro 15, se observa que hay diferencia entre sustratos según la prueba de Duncan al 5% y en la figura 11, se observa que el sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1) consiguió un promedio de 3,44 número de raíces, lo cual muestra superioridad con

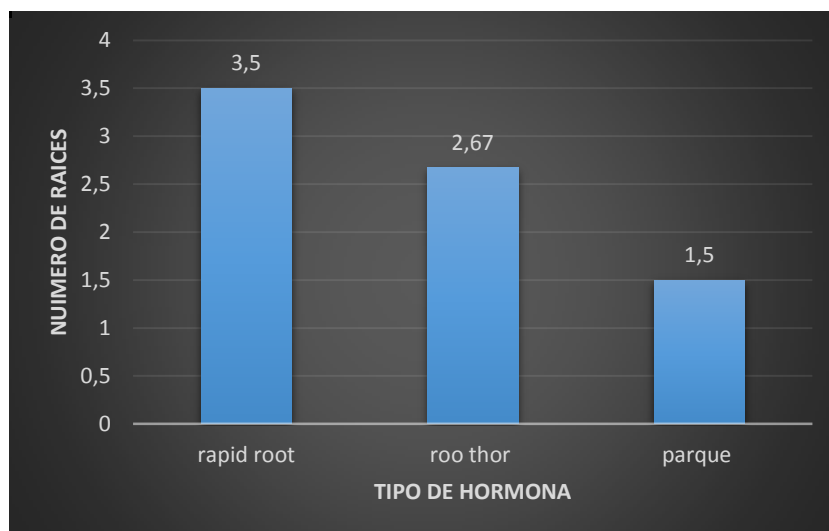
respecto al sustrato a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1) que se obtuvo un promedio de 1,67 número de raíces.

En los resultados obtenidos, se puede evidenciar que en esta variable el sustrato a_2 (turba + aserrín 2:1), presenta menor espacio aéreo el cual indujo a la proliferación de la raíces. La presencia del aserrín por la característica que presenta cumple con la función de mantener una humedad adecuada para la salida de las raíces, demostrando de esta manera que el sustrato a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1), que solo indujo al crecimiento de las primeras raíces por la característica que presenta el sustrato a_1 , mayor espacio aéreo.

Cuadro 16. Prueba de rango múltiple de Duncan para tipos de hormonas, en el número de raíz

FACTOR B	TIPO DE HORMONA	MEDIAS	DUNCAN	
b2	Rapid Root	3,5	A	
b1	Root Hor	2,67	A	B
b3	Parque	1,5		B

Figura 12. Número de raíces obtenida en promedio por cada tipo de hormona



En el cuadro 16, nos muestra que si hay diferencias según el prueba de Duncan al 5% y en la figura 12, se observa que la hormona Rapid Root (b_2) consiguió un promedio de 3,5 número de raíces, lo cual muestra superioridad con respecto a los otros tipos de

hormonas sintéticas, que obtuvieron un promedio de 2,67 Root Hor (b_1) y 1,5 Parque (b_3) las sustancias que contienen no tuvieron influencia directa en el número de raíces.

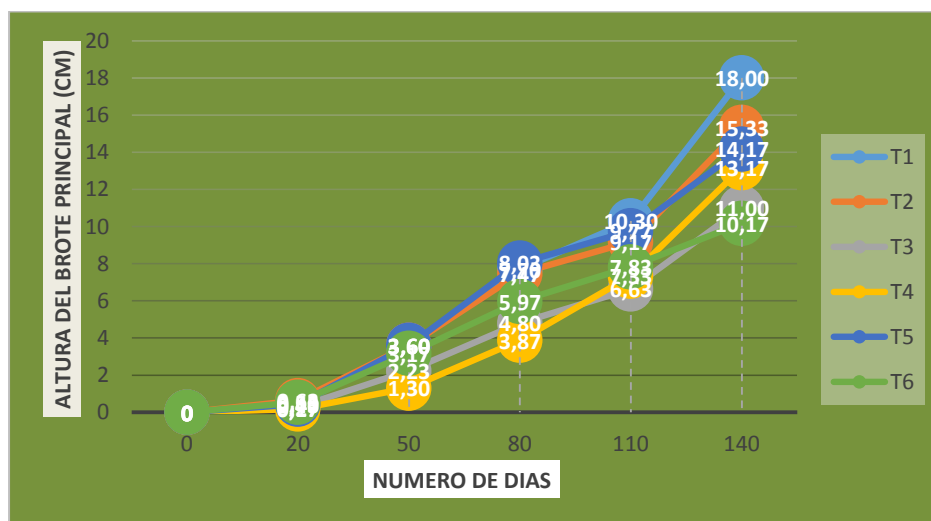
En los resultados obtenidos, se puede evidenciar que en esta variable, demuestra que la hormona Rapid Root b_2 , la acción del ácido indol butírico 0,3% quien es el responsable del crecimiento de las raíces presenta el mayor número de raíces, demostrando de esta manera Root Hor b_1 (ácido alfa naftalen acético, ácido indol butírico, ácido nucleicos, sulfatos de zinc, solución nutritiva) y Parque b_3 (ácido alfa naftalen acético, inerte c.s.p.), las sustancias que contienen no tuvieron acción directa.

4.1.7. Altura del brote principal

Cuadro 17. Promedio de altura del brote principal en diferentes fechas

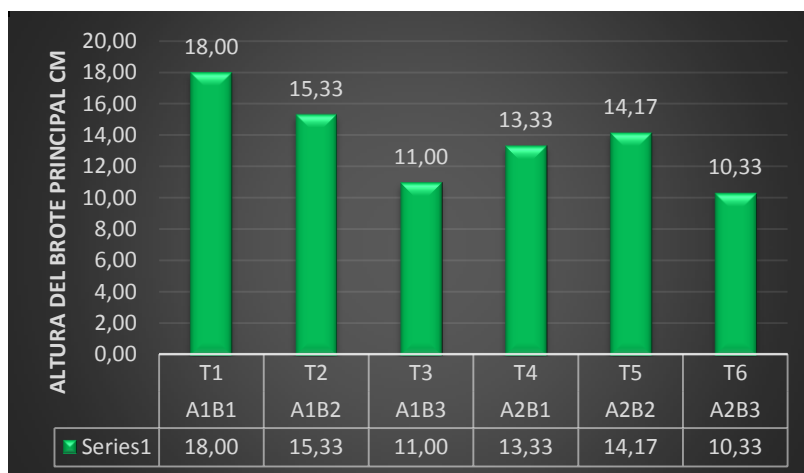
Nº	DIA	MES	TRATAMIENTOS						LDB	
			A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	T5	T6
			T1	T2	T3	T4	T5	T6		
0	12	ABRIL	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	MAYO	0,40	0,63	0,27	0,17	0,43	0,53		
50	1	JUNIO	3,60	3,60	2,23	1,30	3,60	3,17		
80	1	JULIO	7,70	7,47	4,80	3,87	8,03	5,97		
110	1	AGOSTO	10,30	9,17	6,63	7,33	9,77	7,83		
140	1	SEPT.	18,00	15,33	11,00	13,17	14,17	10,17		

Figura 13. Curva de crecimiento del brote principal por tratamiento



En el cuadro 17 detallamos el crecimiento de la altura del brote principal inició a los 20 días después del plantado de los esquejes, obteniendo la mayor altura el T2 un promedio de 0,63 cm, luego se evaluaron a los 50, 80,110, 140 días. En la figura 12 muestra la curva de crecimiento, donde da a conocer de mayor altura al T1= $a_1 \cdot b_1$ (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor), (ácido alfa naftalen acético, ácido indol butírico, ácido nucleicos, sulfatos de zinc, solución nutritiva) obteniendo una altura del brote principal de 18 cm en promedio.

Figura 14. Promedio de altura del brote principal a los 140 días



Los resultados obtenidos en la investigación se muestra en la figura 14, donde indica que el tratamiento T1 (turba +cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor) obtuvo el mayor longitud de brote principal en promedio de 18 cm. Seguido por el tratamiento T2 (turba +cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root), con un promedio de 15,33 cm de altura del brote principal en promedio. El tratamiento T5, (turba+ aserrín 2:1 * Rapid Root) obtuvo un promedio 14,16 cm de altura del brote principal. El tratamiento T4 (turba + aserrín 2:1 * Root Hor) obtuvo un promedio de 13,33 cm de altura de brote principal. El tratamiento T3, (turba+ cascarilla de arroz 2:1 * Parque) obtuvo un promedio 11 cm de altura del brote principal. El tratamiento T6 (turba + aserrín 2:1 * Parque) obtuvo un promedio de 10,33 cm de altura del brote principal.

De acuerdo a las características del sustrato a_1 (turba + cascarilla de arroz 2:1) presenta mayor espacio aéreo en su estructura el cual permitió el crecimiento del brote

principal de la espina de mar, la interacción con la hormona sintética b_1 (Root Hor) (ácido alfa naftalen acético, ácido indol butírico, ácido nucleicos, sulfatos de zinc, solución nutritiva) el cual favoreció en el desarrollo óptimo del brote principal de los esquejes presentes en este tratamiento.

Alemán (2002), existe mayor efecto sobre la altura de plántulas en sustratos preparados en arena y tierra del lugar respecto al preparado en estiércol. Este mismo autor en su investigación encontró los siguientes resultados, tratamiento A (50% arena y 50% tierra) alcanzó una altura de 27,13 cm, seguido por el tratamiento D (50% tierra y 50% estiércol) que alcanza una altura de 25,63 cm.

El análisis de varianza (**ANVA**), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre la altura del brote principal (cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza de altura del brote principal a los 140 días

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIG.
Bloque	0,95	2	0,48	1,57	0,256	ns
Sustrato	0,43	1	0,43	1,42	0,2606	ns
Hormonas	2	2	1	3,28	0,0801	ns
Sustrato*Hormonas	0,23	2	0,12	0,38	0,6938	ns
Error	3,05	10	0,3			
Total	6,67	17				

**** = altamente significativo**
*** = significativo**
ns = no significativo
cv =15,16%

El resultado entre los bloques fue no significativo (**ns**), con relación a la altura del brote principal, obtenidos al final de la investigación, por lo que nos indica que el diseño pierde precisión.

En cuanto a los tipos de sustratos (factor A), el análisis de varianza es no significativa (**ns**), esto indica que los dos tipos sustratos utilizados no hubo diferencia en la obtención de la altura del brote principal, la aplicación de los sustratos a_1 (turba

+cascarilla de arroz 2:1), a_2 (turba + aserrín 2:1) en la investigación no muestra diferencia para obtener la altura del brote principal.

El resultado de las hormonas sintéticas (factor B), el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**ns**) entre las hormonas sintéticas aplicadas en el experimento b_1 (Root Hor), b_2 (Rapid Root), b_3 (Parque) para la obtención de la altura del brote principal.

El resultado de la interacción de los dos factores (sustrato * tipo de hormonas), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (**ns**), entonces que la acción conjunta factor A y factor B (tipo de sustrato* tipo de hormonas sintéticas), no muestra diferencias en la obtención de la altura del brote principal.

El coeficiente de variación es de **CV=15,16 %**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

5. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados para el presente trabajo de investigación y considerando los resultados del análisis estadístico, además de las observaciones hechas en campo se concluyen señalando lo siguiente:

- ❖ Los resultados obtenidos en cuanto a los días de brotación de los esquejes de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.) se pudo observar en cuanto al número de brotes a los 14 días en promedio 1 brote por esqueje con una longitud de 0.2 cm, y a la semana 5 se obtuvo una longitud de 1,3 cm en promedio perteneciente al T2 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root), en cuanto al número de brotes el tratamiento T1(turba + cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor), con un número de 4,4 brotes en promedio.
- ❖ En cuanto a la variable de número de brotes por esquejes de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.) a los 140 días, en promedio, el T4, T5 son los que obtuvieron 3 brotes por esqueje, (turba + aserrín 2:1 *Root Hor), (turba + aserrín 2:1 *Rapid Root), respectivamente.

- ❖ En la determinación de los esquejes prendidos a los 140 días de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.), se obtuvo un promedio de 7 esquejes prendidos de 8 esquejes plantados pertenecientes al tratamiento T2, (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root), se determinó que hay una diferencia altamente significativa entre tipos de sustrato.
- ❖ En cuanto al variable número de hojas a los 140 días de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.), se obtuvieron un promedio de 36 hojas por esqueje prendido pertenecientes al tratamiento T5 (turba + aserrín 2:1 *Rapid Root), se muestra que si existe una diferencia significativa entre tipos de sustrato.
- ❖ Respecto a la variable de la longitud de raíz de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.), se establecieron que estadísticamente no hay diferencia entre sus factores en estudio, pero el tratamiento T6 (turba + aserrín 2:1 * Parque), obtuvo un promedio de 10,53cm de longitud de raíz.
- ❖ Los resultado obtenidos con respecto a la variable del número de raíces del espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.) propagado, nos muestran en promedio de 5,33 raíces por esqueje prendido que pertenece al tratamiento T5 (turba +aserrín * Rapid Root).
- ❖ En cuanto a los tipos sustratos (factor A) con respecto a la variable del número de raíces del espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.), los sustratos aplicados dio como resultado altamente significativo (**), estadísticamente el sustrato A2 (turba + aserrín 2:1) 3,44 número de raíces y el sustrato A1 (turba + cascarilla de arroz 2:1) 1.67 cm de número de raíces.
- ❖ En cuanto a las hormonas sintéticas (factor B) con respecto a la variable del número de raíces del espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.), los tipos de hormonas sintéticas obtuvieron una diferencia significativa (*), estadísticamente la hormona Rapid Root obtiene 3,5 número de raíces con respecto a las otras hormonas sintéticas.

- ❖ Con respecto a la variable de la altura del brote principal, se pudo observar el incremento de crecimiento de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* Linn.) con respecto al tiempo, inicio de crecimiento a los 20 días 0,63 cm en promedio perteneciente al tratamiento T2 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root), y a los 50 días es casi uniforme el crecimiento de 3,60 cm en los tratamientos, T1(turba + cascarilla de arroz 2:1 * Root Hor), T2(turba + cascarilla de arroz 2:1 * Rapid Root), T5 (turba + aserrín 2:1 * Rapid Root), se observó que a los 80 días el tratamiento T1 (turba + cascarilla de arroz 2:1 * Roo Thor) alcanza 7,70cm a los 110 días sigue llevando con una mínima diferencia el T1, a los 140 días se obtuvo 18 cm de altura del brote principal en promedio.
- ❖ El presente trabajo va dirigido a los agricultores y ganaderos del altiplano boliviano ya que la característica de esta especie se destaca como conservador de suelos a través de la fijación del nitrógeno atmosférico gracias a la micorriza FLANKIA, a la vez se utiliza como forraje esta especie se mantiene con follaje en épocas secas en el altiplano el cual el ganado del altiplano consumirá las hojas.

6. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se tienen las siguientes recomendaciones.

- ❖ Según la investigación realizada se recomienda utilizar el sustrato A2 (turba + aserrín 2:1) ya que hace que obtenga el mayor número de raíces.
- ❖ En cuanto a las hormonas es recomendable utilizar la hormona Rapid Root por el alto estimulación de número de raíces.
- ❖ Se recomienda hacer estudios en fijación de nitrógeno atmosférico al suelo en el altiplano boliviano, y hacer una evaluación de nutrientes que contiene la hoja de esta especie.

7. BIBLIOGRAFÍA.

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

Alejandro Bonifacio y Maria Cayoja (2001). Tratamiento de semillas y multiplicación de “la espina de mar” (*Hippophae rhamnoides* Linn.) 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.

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

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.

Poblete, C. (2007). Comparación de la germinación de las semillas con y sin tratamiento pre-germinativo de Espina de Mar (*hippophae rhamnoides* Linn) en tres tipos de sustratos, en caquiaviri. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés (U.M.S.A.). La Paz – Bolivia. Pp 6-20.

Salazar, R. (2006). Producción de plántulas de espina de mar (*hippophae rhamnoides* L.) bajo 4 tipos de sustratos en la zona de Chulumani (Sud Yungas, Dpto. La Paz). Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Simón (U.M.S.S.). Cochabamba – Bolivia. Pp 1-30.

Chilon, 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.

Fossati, G. y Olivera, T. (2001). Sustratos en Viveros Forestales Programa de repoblamiento Forestal. Prefectura-Inter cooperación - COTESU. Cochabamba- Bolivia.

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

Hartmann, F. (1990). Invernaderos y Ambientes Atemperados. Ediciones Ooffsed 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 de genus *Hippophae* L. (Elagnaceae) *Acta phytotax. Sinica*. China. 208 p.

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.

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 República Popular China Pp 10-51.

Quispe, H. (2000). Espina de Mar una Alternativa para el Desarrollo de La Paz. Servicio Departamental Agropecuario SEDAG. La Paz Bolivia. Pp 1- 4.

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

Quispe, H. (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 53 - 219.

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.

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

Tan, Zhuren et al. 1994. Ecological effects of artificial seabuckthorn forest in the improvement of micro-environmen in Jianping County Hippophae. 145p

Mollericona, L. (2010). Efecto de diferentes pre – germinativos en dos tipos de sustratos en acacia (*Acacia dealbata* L.) en Cota Cota de la ciudad de La Paz. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andres (U.M.S.A.). La Paz – Bolivia. 26 p.

Quinteros, I. (2014). ENRAIZAMIENTO DE DOS ESPECIES DE QUEÑUA (*Polylepis tarapacana* y *Polylepis besseri* Hieron.) EN CUATRO SUSTRATOS, BAJO AMBIENTE PROTEGIDO. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andres (U.M.S.A.). La Paz – Bolivia. Pp 33 - 34.

SENAME, 2015. Servicio Nacional de Meteorología e hidrología, Registros.

8. ANEXOS.

Anexo 1. Ficha para la evaluación de datos finales

BLOQUE	Factor A	Factor B	INTERACCION	TRATAMIENTO	NUMERO DE BROTES	% DE PRENDIMIENTO	NUMERO DE HOJAS	LONGITUD DE LA RAIZ	ALTURA BROT. PNRINCIPAL FINAL	NUMERO DE RAIZ
I	a1	b1	A1B1	T1	2	4	28	11	17	2
I	a1	b2	A1B2	T2	1	7	26	6	16	2
I	a1	b3	A1B3	T3	1	7	22	8	15	1
I	a2	b3	A2B1	T4	2	4	26	5,5	15	2
I	a2	b1	A2B2	T5	3	3	36	7	15,5	6
I	a2	b2	A2B3	T6	1	3	28	7,6	16	5
II	a2	b3	A2B3	T6	3	5	40	6	8	2
II	a2	b1	A2B1	T4	3	4	40	7	17	2
II	a2	b2	A2B2	T5	3	4	30	5,5	12	4
II	a1	b3	A1B3	T3	3	4	16	2	6	1
II	a1	b2	A1B2	T2	3	7	29	17	18	1
II	a1	b1	A1B1	T1	3	6	36	11	15	3
III	a1	b2	A1B2	T2	2	7	28	7	12	3
III	a1	b3	A1B3	T3	1	6	16	3	12	1
III	a1	b1	A1B1	T1	1	5	28	10	22	1
III	a2	b2	A2B2	T5	3	4	42	11	15	6
III	a2	b3	A2B3	T6	3	4	32	7	6,5	2
III	a2	b1	A2B1	T4	4	3	22	13	7,5	2

Anexo 2. Ficha de datos de días a la brotación

BLOQUE	DIAS A LA BROTACION				NDB					LDB				
	Factor A	Factor B	INTERACCION	TRATAMIENTO	S I, 18 AB.	S II, 25 AB.	S III, 02 MA.	S IV, 09 MA.	S V, 16 MA.	S I, 18 AB.	S II, 25 AB.	S III, 02 MA.	S IV, 09 MA.	S V, 16 MA.
I	a1	b1	A1B1	T1	0	2	4	5	5	0	0,1	0,4	0,9	1,2
I	a1	b2	A1B2	T2	0	1	1	1	1	0	0,2	0,6	1,1	1,5
I	a1	b3	A1B3	T3	0	0	1	2	4	0	0	0,2	0,6	1
I	a2	b3	A2B1	T4	0	0	0	1	1	0	0	0	0,2	0,5
I	a2	b1	A2B2	T5	0	1	4	3	6	0	0,1	0,4	0,9	1,2
I	a2	b2	A2B3	T6	0	1	1	2	3	0	0,1	0,5	1,1	1,3
II	a2	b3	A2B3	T6	0	2	5	5	5	0	0,3	0,8	1,1	1,3
II	a2	b1	A2B1	T4	0	0	0	1	2	0	0	0	0,2	0,5
II	a2	b2	A2B2	T5	0	1	4	3	3	0	0,2	0,6	0,8	1,1
II	a1	b3	A1B3	T3	0	0	2	5	4	0	0	0,1	0,3	0,5
II	a1	b2	A1B2	T2	0	1	2	2	2	0	0,2	0,8	1,2	1,3
II	a1	b1	A1B1	T1	0	0	6	6	5	0	0	0,2	0,7	1,2
III	a1	b2	A1B2	T2	0	1	2	3	2	0	0,2	0,5	0,9	1,1
III	a1	b3	A1B3	T3	0	1	1	1	2	0	0,2	0,5	0,8	1,3
III	a1	b1	A1B1	T1	0	1	2	2	2	0	0,3	0,6	0,9	1,3
III	a2	b2	A2B2	T5	0	0	2	2	2	0	0	0,3	0,6	1
III	a2	b3	A2B3	T6	0	0	2	4	5	0	0	0,3	0,7	1,1
III	a2	b1	A2B1	T4	0	1	3	3	3	0	0,2	0,5	0,8	1,2

Anexo 3. Imágenes



Imagen 1. Cámara de propagación



Imagen 2. Preparado del subirrigador



Imagen 3. Sustrato a₁ (turba +ch. de arroz 2:1)



Imagen 4. Sustrato a₂ (turba +aserrín 2:1)



Imagen 5. Cámara de propagación preparada para el plantado de esquejes de *hippophe rhamnoides* Linn.



Imagen 6. Hormona Parque b₃



Imagen 7. Hormona Roo Thor b₁



Imagen 8. Hormona Rapid Root b₂



Imagen 9. Plantado de los esquejes de espina de mar (*hippophe rhamnoides* Linn.)



Imagen 10. Vista de la cámara de propagación con los esquejes de la espina de mar (*hippophe rhamnoides* Linn.) Plantado



Imagen 11. Espina de mar propagado por esquejes antes de la toma de datos



Imagen 12. Espina de mar propagado sustrato a_2 = (turba + aserrín 2:1)



Imagen 13. Espina de mar propagado en sustrato a_1 = (turba + cascarilla de arroz 2:1)



Imagen 14. Toma de datos finales



Imagen 15. Altura del brote principal



Imagen 16. Trasplante en bolsas de la espina de mar (*hippophe rhamnoides* Linn.)

Anexo 4. Calculo de costo de producción

Nº	DETALLE	UNIDADES	CANTIDAD	PRESIO UNIT	TOTAL
1	MATERIAL BIOLÓGICO	ESQUEJES	500	0,1	50
2	HORMONA ROO THOR	5 CC	1	50	50
3	HORMONA RAPID ROOT	50 GRAMOS	5	15	75
4	HORMONA PARQUE	30 GRAMOS	1	40	40
5	CASCARILLA DE ARROZ	bolsa	1	10	10
6	ASERRIN	bolsa	1	5	5
7	TURBA	bolsas	4	20	80
8	INPROVISTOS				31
	GRAN TOTAL				341

Anexo 5. Calculo de los beneficios

INGRESO BRUTO	87*5	435 Bs.
INGRESO NETO	435 - 341	94 Bs
B/C	435/341	1,30