

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTINES DE RETAMA
(*Spartium junceum*) CON CUATRO SUSTRATOS A PARTIR DEL
REPIQUE EN VIVERO EN EL MUNICIPIO DE VIACHA, LA PAZ**

Presentado por:

ANA GABRIELA MAMANI RAMIREZ

LA PAZ - BOLIVIA
2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTINES DE RETAMA (*Spartium junceum*)
CON CUATRO SUSTRATOS A PARTIR DEL REPIQUE EN VIVERO EN EL MUNICIPIO DE
VIACHA, LA PAZ**

Tesis de Grado presentado como
requisito parcial para optar el título de
Ingeniero en Producción y Comercialización Agropecuaria.

ANA GABRIELA MAMANI RAMIREZ

TUTOR:

Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

TRIBUNAL REVISOR:

Ing. M.Sc. Brigido Moisés Quiroga Sossa

Ing. M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador: _____

LA PAZ - BOLIVIA
2019

DEDICATORIA

A DIOS, por brindarme sabiduría, inteligencia, fortaleza y las oportunidades que me ha dado durante estos años de mi vida.

En especial al pilar de mi vida, mi madre Fidelia Ramirez Condori por la confianza, el apoyo incondicional, por brindarme todo su amor, no solo como una madre si no como amiga y compañera; por la fuerza que me ha dado en los momentos que más lo necesitaba, por sus esfuerzos y apoyo que me brindo en todas mis decisiones y metas.

Ana Gabriela Mamani Ramirez

Fracaso no significa que debemos darnos por vencidos. Denota que tenemos que luchar con mayor determinación para lograr el éxito.

Miguel Ángel cornejo.

Ser excelente es hacer las cosas. No buscar razones para demostrar que no se pueden hacer.

Miguel Ángel Cornejo

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, por acompañarme y guiar mí camino en todo momento.

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía, en especial a la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, por acogerme en sus aulas durante estos años de estudio.

A mí tutor al Ing. Ramiro Augusto Mendoza Nogales, por brindarme su apoyo y valiosa colaboración durante el trabajo de campo y la redacción del documento.

A los miembros del tribunal revisor Ing. Brigido Moisés Quiroga Sossa, Ing. Rubén Jacobo Trigo Riveros, y la Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela, por las sugerencias y recomendaciones en la redacción del documento.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria por compartir en el aula sus conocimientos y experiencias profesionales, y el apoyo brindado en estos años de formación universitaria.

A mis amigas (os) y compañeras (os) de la carrera por recorrer juntos el camino de la formación superior; Yanett, Beatriz, Nelson, por el aliento que me brindaron y la amistad incondicional compartida.

A mis queridos hermanos (as): Tania, Paula Erika, Monica, Fernando y Erick, de quien siempre recibí su apoyo.

Y un agradecimiento especial a mi madre Fidelia Ramirez Condori y a toda mi familia.

A todos ustedes **¡MUCHAS GRACIAS...!** Por todo el apoyo y la confianza puesta en mí.

Ana Gabriela Mamani Ramirez

ÍNDICE DE TEXTO

	<i>Página</i>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Origen de la retama (<i>Spartium junceum</i>).....	3
3.2 Clasificación taxonómica.....	3
3.3 Descripción botánica de la retama (<i>Spartium junceum</i>)	3
3.4 Propagación sexual de la retama.....	4
3.4.1 Reproducción por semilla.....	4
3.5 Factores para la producción de plantines de retama	5
3.5.1 Suelo	5
3.5.2 Luz solar	6
3.5.3 Poda	6
3.5.4 Riego.....	6
3.5.5 Clima	6
3.5.6 Plagas y enfermedades.....	7
3.5.6.1 Áfidos (pulgón).....	7
3.6 Beneficios de la producción de plantines de retama.....	8
3.6.1 Beneficios económicos de la producción de plantines de retama	8
3.6.2 Beneficios ecológicos de la producción de plantines de retama	8
3.7 Descripción de los componentes del sustrato	9
3.7.1 Sustrato	9
3.7.2 Funciones del sustrato	10
3.7.3 Propiedades físicas del sustrato	10

3.7.3.1	Arena.....	11
3.7.3.2	Turba.....	11
3.7.3.3	Tierra de lugar.....	12
3.7.4	Mezclas y preparación de sustratos	13
3.8	Calidad de planta.....	13
3.8.1	Características morfológicas.....	14
3.8.1.1	Altura de planta.....	14
3.8.1.2	Diámetro basal del tallo o cuello de la raíz.....	15
3.8.2	Características fisiológicas	16
3.8.2.1	Presencia de yemas	16
3.8.2.2	Crecimiento del sistema radicular (Raíz).....	17
3.8.2.3	Índice de lignificación.....	18
3.9	Índices de calidad morfológica	18
3.9.1	Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz	18
3.9.2	Índice de robustez o coeficiente de esbeltez.....	18
3.9.3	Índice de calidad de dickson.....	19
3.10	Rangos para calificar la calidad de planta.....	19
3.10.1	Calidad alta.....	20
3.10.2	Calidad media.....	21
3.10.3	Calidad baja	21
3.11	Viveros forestales.....	21
3.11.1	Propósitos de los viveros forestales.....	21
3.11.2	Ventajas de un vivero	21
3.11.3	Condiciones requeridas de un vivero.....	22
3.12	Análisis económico de la producción	22
3.12.1	Costos de producción.....	22
3.12.1.1	Costos fijos (CF)	22
3.12.1.2	Costos variables (CV)	23
3.12.1.3	Costo total (CT).....	23
3.12.2	Costo unitario	23

3.12.3	Costos directos.....	23
3.12.4	Costos indirectos.....	24
3.12.5	Relación beneficio costo de producción.....	24
3.12.6	Precio de venta.....	24
4.	LOCALIZACIÓN	25
4.1	Ubicación geográfica	25
4.2	Descripción de la zona	25
4.2.1	Clima	25
4.2.2	Temperatura (°C)	25
4.2.2.1	Temperatura dentro la carpa solar.....	25
4.2.3	Piso ecológico y suelo	26
4.2.4	Vegetación.....	26
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
5.1	Materiales.....	28
5.1.1	Material de gabinete	28
5.1.2	Material biológico.....	28
5.1.3	Material de laboratorio	28
5.1.4	Material de campo	29
5.1.4.1	Herramientas de trabajo	29
5.1.4.2	Componentes del sustrato	29
5.1.4.3	Insumo químico	29
5.1.4.4	Equipos de campo.....	29
5.2	Metodología	29
5.2.1	Procedimiento experimental en campo.....	30
5.2.1.1	Selección de semilla, almacigo y siembra	30
5.2.1.2	Bolsa para los tratamientos	30
5.2.1.3	Preparación de sustratos para los plantines de retama	30
5.2.1.4	Desinfección del sustrato y llenado de bolsas para los tratamientos	31
5.2.1.5	Repique de plantas	31
5.2.1.6	Orden de los tratamientos	32

5.2.1.7	Labores culturales	33
5.2.1.8	Toma de datos para la investigación	34
5.2.2	Diseño experimental	35
5.2.2.1	Diseño experimental completamente al azar DCA	35
5.2.2.2	Dimensiones del área experimental	35
5.2.3	Modelo lineal	35
5.2.4	Análisis estadístico	36
5.2.5	Variables de respuesta evaluadas	36
5.2.5.1	Características morfológicas evaluadas en los plantines de retama	36
5.2.5.2	Índices de calidad morfológica evaluadas en los plantines de retama	41
5.2.5.3	Análisis económico de la producción de plantines de retama	43
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
6.1	Características morfológicas de los plantines de retama	44
6.1.1	Altura de planta (cm)	44
6.1.1.1	Análisis de varianza de la altura de planta	45
6.1.1.2	Prueba duncan de la altura de planta	45
6.1.2	Diámetro basal del tallo (mm)	47
6.1.2.1	Análisis de varianza del diámetro basal del tallo de planta	48
6.1.2.2	Prueba duncan del diámetro basal del tallo de planta	48
6.1.3	Número de hojas por planta	50
6.1.3.1	Análisis de varianza para el número de hojas por planta	51
6.1.4	Presencia de yemas por planta	55
6.1.4.1	Análisis de varianza del número de yemas por planta	56
6.1.4.2	Prueba duncan del número de yemas por planta	57
6.1.5	Número de ramas principales por planta	58
6.1.5.1	Análisis de varianza para el número de ramas principales por planta	59
6.1.5.2	Prueba duncan para el número de ramas principales por planta	60
6.1.6	Longitud radicular (cm)	61
6.1.6.1	Análisis de varianza de la longitud radicular por planta	61
6.1.6.2	Prueba duncan de la longitud radicular por planta	62
6.1.7	Volumen radicular (cc)	64

6.1.7.1	Análisis de varianza del volumen radicular por planta.....	64
6.1.7.2	Prueba duncan del volumen radicular por planta.....	64
6.1.8	Índice de lignificación	66
6.2	Índices de calidad morfológica de los plantines de retama.....	67
6.2.1	Índice de biomasa o índice de tallo/raíz	67
6.2.2	Índice de robustez o coeficiente de esbeltez.....	68
6.2.3	Índice de calidad de dickson.....	69
6.3	Análisis económico de la producción de plantines de retama	70
7.	CONCLUSIONES.....	72
8.	RECOMENDACIONES.....	74
9.	BIBLIOGRAFIA.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

	<i>Página</i>
Cuadro 1. Preparación de los sustratos para el repique de plantines de retama.....	30
Cuadro 2. Tabla de valores del índice de lignificación y su interpretación	41
Cuadro 3. Tabla de valores del índice de biomasa y su interpretación.	42
Cuadro 4. Tabla de valores del índice de robustez y su interpretación.....	42
Cuadro 5. Tabla de valores del índice de calidad de dickson y su interpretación.....	43
Cuadro 6. Análisis de varianza de la altura de planta por tratamiento, para determinar la calidad de plantines de retama.	45
Cuadro 7. Prueba duncan (5%), promedio de altura de planta (cm), por tratamiento para determinar la calidad de plantines de retama.....	45
Cuadro 8. Análisis de varianza del diámetro basal del tallo de planta, por tratamiento para determinar la calidad de plantines de retama.....	48
Cuadro 9. Prueba duncan (5%), promedio de diámetro basal del tallo (mm), por tratamiento para determinar la calidad de plantines de retama.....	48
Cuadro 10. Análisis de varianza del número de hojas del tallo principal por planta, por para determinar la calidad de plantines de retama.....	52
Cuadro 11. Prueba duncan (5%), promedio del número de hojas del tallo principal por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.....	52
Cuadro 12. Análisis de varianza del número de hojas por rama, para determinar la calidad de plantines de retama.	53
Cuadro 13. Prueba duncan (5%), promedio del número de hojas por rama, para determinar la calidad de plantines de retama.	54
Cuadro 14. Análisis de varianza del número de yemas por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	57
Cuadro 15. Prueba duncan (5%), promedio del número de yemas por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	57
Cuadro 16. Análisis de varianza del número de ramas laterales por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	60
Cuadro 17. Prueba duncan (5%), promedio de ramas principales por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	60

Cuadro 18. Análisis de varianza de la longitud de raíz de planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	62
Cuadro 19. Prueba duncan (5%), de la longitud de raíz por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	62
Cuadro 20. Análisis de varianza del volumen radicular por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	64
Cuadro 21. Prueba duncan (5%), promedio del volumen radicular por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.	65
Cuadro 22. Índice de lignificación (IL) obtenido según los tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.	66
Cuadro 23. Índice de biomasa (IB) obtenido según los tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.	67
Cuadro 24. Índice de robustez (IR) obtenido según los tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.	68
Cuadro 25. Índice de calidad de dickson (ICD) obtenido según lo tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.	69
Cuadro 26. Análisis económico realizado por tratamiento, en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Página</i>
Figura 1. Temperatura registrada dentro la carpa solar durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.	26
Figura 2. Semilla utilizada para almacigo de los plantines de retama.....	28
Figura 3. Materiales utilizados en la preparación de los sustratos para los cuatro tratamientos y sus repeticiones.	31
Figura 4. Repique de los plantines de retama.....	32
Figura 5. Ambientación de los plantines de retama en la carpa solar con malla semisombra.	32
Figura 6. Ubicación de los plantines de retama por tratamientos según el diseño experimental planteado en la investigación.	33
Figura 7. Riego de plantines de retama durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines.....	33
Figura 8. Control de plagas (babosas), en los plantines de retama durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines.	34
Figura 9. Croquis del diseño experimental.....	35
Figura 10. Medición de la altura de plantines de retama, durante la investigación en campo, para determinar la calidad de planta.	36
Figura 11. Medición del diámetro basal de tallo de los plantines de retama, durante la investigación en campo, para determinar la calidad de planta.....	37
Figura 12. Obtención de la raíz al finalizar el trabajo en campo, para determinar la calidad de planta.....	38
Figura 13. Obtención del volumen radicular de los plantines, para determinar la calidad de planta.....	39
Figura 14. Obtención de la longitud radicular de los plantines de retama, para determinar la calidad de planta.....	39
Figura 15. Obtención del peso húmedo de los plantines de retama, para determinar la calidad de planta.	40
Figura 16. Muestras llevadas al secador para obtener la materia seca de los plantines de retama.....	40

Figura 17. Altura de planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.	44
Figura 18. Promedios de la altura de planta (cm), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.	46
Figura 19. Diámetro basal del tallo de planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.	47
Figura 20. Promedios del diámetro basal de tallo (mm), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.....	49
Figura 21. Número de hojas por planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.	51
Figura 22. Promedios del número de hojas por tallo principal de planta, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.....	53
Figura 23. Promedios del número de hojas por rama, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.	54
Figura 24. Número de yemas por planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.	56
Figura 25. Promedios del número de yemas por planta, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.....	58
Figura 26. Número de ramas por planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.	59
Figura 27. Promedios del número de ramas por planta, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.....	61
Figura 28. Promedios de la longitud de raíz (cm), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.	63
Figura 29. Promedios del volumen de raíz (cc), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.	65

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se determinó la calidad de plantines de Retama (*Spartium junceum*), utilizando cuatro sustratos a partir del repique en el vivero forestal de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria dependiente de la Facultad de Agronomía UMSA, ubicada en el Municipio de Viacha. Para la evaluación se utilizó el Diseño Experimental Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó características morfológicas: altura de planta, diámetro basal, número de hojas por planta, número de ramas, número de yemas, longitud de raíz, volumen de raíz; Índices de calidad como el Índice de Lignificación (IL), Índice de Biomasa (IB), Índice de Robustez (IR), Índice de Calidad de Dickson (ICD), y se analizó la relación Beneficio Costo de Producción por tratamiento. El tratamiento T3 presento valores óptimos en cuanto a características morfológicas con una media de 49,88 cm en Altura de planta; 4,52 mm de diámetro basal del tallo; 57,15 hojas por tallo; 10,25 hojas por rama; 19,40 ramas; 27,85 cm en longitud de raíz; 8,90 cc en volumen de raíz; 4,15 yemas; en índice de Lignificación un rango de 24,6 califico como calidad Alta; en índices de calidad morfológica como el Índice de Biomasa el T1, T2, T3 calificaron como calidad Alta y T4 (Testigo) calidad Media, en Índice de Robustez T4 (Testigo) calificó como calidad Media, quedando como calidad Baja los tratamientos T1, T2, T3; en Índice de calidad de Dickson todos los tratamientos (T1, T2, T3, T4) calificaron como calidad Media; en el análisis económico de producción, se determinó que los cuatro tratamientos muestran una aceptabilidad económica donde se obtiene una ganancia de Bs 0,90 por cada 1 Bs invertido. En conclusión se determinó que el sustrato del T3 (*1 Arena: 1 Tierra de lugar: 4 Turba*) presento características óptimas en cuanto a calidad en los plantines de retama.

1. INTRODUCCIÓN

La Retama (*Spartium junceum*) es una especie de la familia *Fabaceae* (leguminosas), nativas de la región del Mediterráneo, reconocidas en diferentes regiones del mundo por su fácil adaptación que han sido introducidas como plantas ornamentales, aunque en investigaciones hablan de su uso para el control de erosión del suelo.

Esta especie fue introducida en Bolivia y toda la parte occidental; en La Paz se abrió un camino en las culturas aimara y quechua, donde según sus tradiciones y costumbres se cree que protege contra el mal; la retama tiene una alta idoneidad para prácticas de protección de suelos, pues al tratarse de una leguminosa también se la ha empleado como seto por fijar el nitrógeno atmosférico, se la puede utilizar en la reforestación o acompañar en sistemas agroforestales como cortinas rompe vientos y barreras vivas en parcelas de producción, y también para el uso recreativo de plazas y parques.

Para ello la producción de plantines de calidad en vivero es de vital importancia, porque pueden reducir la necesidad de costosos esfuerzos para replantar y acortar el tiempo de rotación en varios años, lo cual también redunda en un beneficio económico significativo. Para Sáenz *et al.* (2010), la calidad de los plantines que se produce en los viveros es fundamental, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo.

De allí el objetivo de este trabajo, determinar la calidad de plantines de retama (*Spartium junceum*) con cuatro sustratos a partir del repique en vivero, en el municipio de Viacha del departamento de La Paz, porque una de las prioridades con esta investigación es encontrar alternativas y proporcionar protocolos de producción en vivero, para obtener plantines de calidad con atributos válidos en características morfológicas e índices de calidad que son parámetros exigidos para el éxito en plantación definitiva; además producir a corto plazo con un buen costo para poder comercializarlas, y este sea un buen ingreso económico para los productores en vivero, porque este sería una de las deficiencias en los viveros forestales, y aún no se han podido evidenciar trabajos previos en la producción de plantines de calidad con esta especie, y la información existente en Bolivia referente al tema es escasa.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar la calidad de plantines de Retama (*Spartium junceum*) utilizando cuatro sustratos a partir del repique, en el vivero forestal de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria del Municipio de Viacha, departamento de La Paz.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características morfológicas de los plantines de retama, sujeta a los tratamientos en estudio.
- Evaluar los índices de calidad morfológica de los plantines de retama, en respuesta a los sustratos utilizados.
- Analizar el Beneficio Costo de producción de los plantines de retama, por tratamiento empleado.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen de la retama (*Spartium junceum*)

Morales (1995) y Pier (2005), concuerdan con el origen de la retama, que esta se encuentra distribuida geográficamente en la región Mediterránea, originaria de los continentes de Europa, África y Asia.

Para Morales (1995), el género retama pertenece a la genisteas, tribu de la familia de las leguminosas, esta tribu tiene una gran importancia en la flora y la vegetación de la península Ibérica por la cantidad de especies que alberga y la formación de matorrales, son en general arbustos abiertos con tallos verdes, frecuentemente áfilos (sin hojas). (Sanhueza y Salba, 2014), mencionan que las cuatro especies más comunes son la retama escocesa (*Cytisus scoparius*), la retama francesa (*Genista monspessulana*), la retama portuguesa (*Cytisus striatus*), y la retama española (*Spartium junceum*).

Vibrans (2009), indica que la retama es un arbusto muy útil, pero en algunos países se ha establecido como una especie invasora en ecosistemas naturales, sobre todo en climas mediterráneos, porque produce alcaloides que pueden ser tóxicos.

Según Villarpando *et al.* (2011), la retama amarilla es una especie arbustiva de origen naturalizada que fue introducida y que se ha adaptado muy bien en algunas áreas de Bolivia.

3.2 Clasificación taxonómica

Según MERI (s/f) y Vibrans (2009), la retama se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Orden: Fabales; Familia: Fabaceae; Nombre científico: *Spartium junceum*; Nombre común: Retama Amarilla.

3.3 Descripción botánica de la retama (*Spartium junceum*)

El *Spartium junceum* es un arbusto aromático, que puede llegar a medir hasta 3 m de alto, su tallo es muy ramificado, con ramas cilíndricas, verdes, prácticamente desprovistas de hojas (las hojas en las ramas más jóvenes); con hojas alternas de 7 a 13 cm de largo por 2 a 4 cm de

ancho, articular, pinnadas, foliolos oblongos en número de 9 a 12 pares, redondeadas en la base y el ápice, con márgenes enteros angostadas hacia la base, de color verde azulado, con pelillos recostados sobre la superficie; las ramas son largas y algo curvadas, estriadas, verdes y pierden pronto las hojas, que son simples, alternas u opuestas y estipuladas; su inflorescencia presenta flores dispuestas en racimo terminal o axilar, ubicados en las puntas de las ramas, sus flores son amarillas grandes y vistosas; el cáliz es un tubo corto con el ápice asimétrico y con dientes diminutos; la corola de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, casi circular, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales (más largos que los demás) similares entre si llamados alas y por último los dos más internos, también similares entre sí; sus frutos (legumbres) lineares, aplanadas, de hasta 7 cm a 15 cm de largo, y de 8 mm a 2 cm de ancho, delgado, plano y glabro que al madurar se abren; las semillas casi circulares, de hasta 5 mm de diámetro, color café rojizo y con la superficie porosa ovoidea, terminada en un mucrón más o menos marcado y sin quilla; pericarpio indehisciente, esponjoso y seco en la madurez; plurisperma con 10-18 semillas, y con dehiscencia brusca durante los días más secos del verano (Vibrans, 2009, basada en Rzedowski, 2001). La extracción de la semilla se realiza mediante trillado, cribado, aventado y separación den simétrica para la eliminación de semillas picadas o parasitadas por insectos, se almacena en frío y ambiente seco, aunque se admite la conservación al aire (Villar, *et al* 2003). La retama desarrolla un sistema radical dual, uno horizontal que se extiende lateralmente como una densa capa de raíces confinadas en los primeros 20 cm de suelo y una raíz pivotante que puede llegar hasta los 28 m de profundidad (Haase *et al.*, 1996 citado por Villar, *et al* 2003).

3.4 Propagación sexual de la retama

3.4.1 Reproducción por semilla

Villarpando *et al.* (2011), indica que la pérdida de viabilidad bajo almacenamiento es rápido luego de tres meses, que requiere de un tratamiento pre germinativo del linaje de la punta, y preferiblemente se haga la siembra directa en el terreno al voleo, la semilla germina aproximadamente después de 5 días de la siembra. El poder germinativo de las semillas de retama sin aplicarles ningún tratamiento es de un 21% al 35%, las semillas pueden germinan hasta un 75-85% si: “se sumergen las semillas en agua a 80° C durante 30 segundos y acto seguido se enfrían sumergiéndolas en agua fría” (Costa y Sánchez, 2001).

De los tratamientos pre-germinativos utilizados por Sanhueza y Salba (2014), el más exitoso fue el mecánico (consiste en raspar las semillas con una lija fina hasta lograr pequeñas hendiduras visibles en la cubierta), con el que se obtuvo un 100% de germinación. Como muchas fabáceas, las retamas presentan semillas duras, lo que posiblemente resulte una dormición exógena. Otra opción para escarificar mecánicamente las semillas es utilizar una lija Número 1 y lijar cada semilla en la zona donde no se dañe el eje embrionario (Osuna *et al.* 2017).

Las semillas presentan una cubierta muy dura, para favorecer la germinación se pueden emplear distintos métodos, siendo el más aconsejable por la facilidad de aplicación, sumergir las semillas en agua a punto de hervir y dejarlas reposar durante 24 horas y realizar la siembra posteriormente. Con este tratamiento se mejora tanto el porcentaje como la velocidad de germinación, llegando a alcanzar valores en torno al 95% durante el primer mes.

Fenner (1985), Baskin & Baskin (1998), Nikolaeva (2001), citado por Sanhueza y Salba (2014), explica que las semillas de retama tienen una dormición innata que las vuelve incapaces de germinar, aún bajo condiciones favorables para su desarrollo, esta incapacidad de relaciona por la cubierta externa (pericarpio y/o cubierta seminal) que resulta en una dormición física, que limitan la impermeabilidad de la semilla. Esta dormición física puede romperse eventualmente con la abrasión o la remoción de la cubierta seminal.

No se evidencio investigaciones realizadas que hablen sobre la propagación de la retama mediante esquejes, admite el trasplante, aunque se recomienda hacer la siembra directa.

3.5 Factores para la producción de plantines de retama

3.5.1 Suelo

Stadler *et al.* (2014), menciona que la retama prefiere suelos sueltos, se adapta a suelos degradados y pedregosos; al ser una planta de origen rustica, que habita en cualquier tipo de terreno, requiere necesariamente un suelo seco, se podría decir que es la única exigencia que tiene en este sentido, pues tolera muy bien diferentes tipos de suelos (preferentemente suelos calizos), no necesita que sean ricos en nutrientes, pero si requieren un pH relativamente neutral con un buen drenaje.

Villarpando *et al.* (2011), también menciona que la textura puede ser arenosa, o bien franca, de suelos áridos y arenosos, vive en sitios muy intervenidos de suelos pobres en nutrientes. Indiferente respecto al suelo, sustratos variados como pizarras, arcosas, margas, calizas o yesos, pero rara vez granitos, pueden ser buenos componentes de un sustrato para la retama (López González, 2001 citado por Villar, 2013).

3.5.2 Luz solar

Morales (1995), indica que respecto a la iluminación, la naturaleza misma de este arbusto exige que sea elevada, es decir, se debe ubicar en un lugar donde reciba buena cantidad de sol, sin filtros ni interrupciones; la sombra puede ser tolerada en proporciones muy bajas, porque si se permite demasiada, el arbusto posiblemente no florezca como debería.

3.5.3 Poda

Según Morales (1995), el momento ideal para podar, es durante la primavera y debe ser aplicada cuidadosamente; solo se debe eliminar aquellas ramas en malas condiciones y aquellas que estén deformes o atravesadas entre sí; es recomendable podar la planta después de haber culminado el período de floración. (Stadler *et al*, 2014), indica que la retama soporta muy bien la poda.

3.5.4 Riego

Las plantas requieren permanentemente de una gran cantidad de agua para poder crecer y realizar, eficientemente los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, enfriamiento a través del proceso de transpiración, transporte de nutrientes etc., para ello es necesario saber cuánto y cuando regar, ya que de ello depende un buen riego. En el caso de la retama Morales (1995), nos indica que se debe regar con poca frecuencia, como para no privarla completamente del riego, ya que tolera muy bien suelos secos.

3.5.5 Clima

Es una especie bastante tolerante a cualquier condición ecológica del clima mediterráneo, excepto a las temperaturas muy frías y el exceso de humedad (Villar, 2013).

Es una planta de gran amplitud ecológica que solo requiere un clima mediterráneo no excesivamente frío ni húmedo, su rango de altitud esta entre los 2000 a 4200 msnm (Villarpando *et al.*, 2011). Para Patiño *et al.* (2014), la retama puede ser planta en lugares con una precipitación promedio anual de 400 a 1000 mm, soportar heladas fuertes <5°C.

La retama, a pesar de agradecer tanto el calor y la sequía, de alguna manera también puede soportar heladas temporales y a vientos fuertes. El clima puede ser mediterráneo, árido, atlántico o continental; cualquiera de estos le proporcionará un desarrollo eficaz y un crecimiento vigoroso, para cultivarla, se debe procurar que sea un clima donde haya abundante fuente de luz directa y el mejor momento para hacerlo es durante el otoño o a finales de verano (Morales, 1995).

3.5.6 Plagas y enfermedades

Esta especie es de naturaleza rústica y son fuertes a la hora de resistir ataques de plagas y enfermedades. Sin embargo, podría verse afectada por algunas de ellas, especialmente por el pulgón.

3.5.6.1 Áfidos (pulgón)

También conocidos como pulgones, es una plaga que transmite virus a gran variedad de plantas debido a su alimentación directa del tallo (donde succiona la savia de las plantas). Del grupo de las retamas, la más vulnerable a este tipo de plagas es la retama de olor.

Stadler *et al.* (2014), las retamas (*Spartium junceum*) en parcelas agroforestales tienen la función de trampa para el pulgón negro, y en parcelas donde no hay ejemplares de retama el pulgón negro es cultivado por las hormigas. El pulgón aparece principalmente en verano y primavera, pues le encantan los climas calientes, se puede identificar visualmente, pero con el uso de una lupa en caso de que se sospeche su existencia. Produce pequeñas manchas amarillentas sobre las hojas, esta plaga acarrea la aparición de un hongo denominado Negrilla, que impide la realización del proceso fotosintético. Además, algunas de sus variedades como el “pulgón negro” puede favorecer la aparición de hormigas, que perjudican nuestro árbol en conjunto con ellos, muchas personas utilizan depredadores naturales como las mariquitas; éstas se comen esta plaga colaborando así con su exterminio.

3.6 Beneficios de la producción de plantines de retama

3.6.1 Beneficios económicos de la producción de plantines de retama

Este tipo de árboles son muy bonitos, que aportan un estilo diferente a los jardines, generalmente se utilizan como relleno o como marcos de caminos. La retama amarilla, es la más cultivada debido a sus hermosas y abundantes flores amarillas, sin embargo, durante el invierno no se hacen presentes, muchas personas disfrutan de su cultivo en su jardín, además, para realizar adornos florales a partir de sus preciosas flores sea cual sea su color. (Stadler, *et al.*, 2014), sus flores amarillas son buscadas por floristas.

Según Villarpando *et al.* (2011), nos indica que la retama es muy usada como planta ornamental, muy vista en La Paz, la retama se abrió un camino en la botánica de las culturas aimara y quechua, entre las que se cree que protege contra el mal, probablemente bajo la influencia de similares tradiciones de origen español, es utilizada como medicina natural y las flores de retama son comercializadas en ramos, donde las personas que las compran las guardan en casas, los vendedores dejan sus ramos de flores en sus puestos y negocios cuando cierran en la noche. Los comerciantes de plantas medicinales, venden en ramos pequeños las flores de retama, el cual es un ingreso económico para las familias que lo producen.

Según Terceros *et al.* & el Viceministerio de Ciencia y Tecnología, SELADIS, IBBA, UMSA (2007), la retama (*Spartium junceum*) es utilizada como un “Antimicrobiano”, y se encuentra en la categoría B en usos como plantas medicinales para el mercado.

3.6.2 Beneficios ecológicos de la producción de plantines de retama

Villarpando *et al.* (2011), indica que la retama tiene alta idoneidad para prácticas de protección de suelos dado el elevado, rápido crecimiento y la posibilidad de siembra directa. Por ello se le puede utilizar con facilidad para la formación de barreras vivas, la protección y estabilización de laderas, taludes, riberas y canales de regadío. Al tratarse de una leguminosa también se ha empleado como seto por su virtud de fijar el nitrógeno atmosférico; pero por ser una planta hospedera de insectos como pulgones, se la recomienda su uso en la reforestación y protección de vertientes.

Para Stadler, *et al.*, (2014), entre sus bondades en un sistema agroforestal sus raíces aportan con Nitrógeno, por ser una leguminosa abona el suelo a través de la nitrificación, es forrajera, melífera (contiene miel), aporta materia orgánica, es una especie amigable y es acogida en un clima andino. Para Morales (1995), las retamas no son inútiles en campo, ya que nutren de nitrógeno al suelo como otras leguminosas, es una buena planta fijadora de nitrógeno, gracias a los nódulos que forman en sus raíces las bacterias del genero *Rhizobium*.

3.7 Descripción de los componentes del sustrato

3.7.1 Sustrato

Los sustratos son otro elemento fundamental del cultivo ya que determinan la cantidad de nutrientes, agua y aire disponible para las raíces de las plantas.

Fossati y Olivera (1996), indican que un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre ellos la tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra de lugar. Para Oliva *et al.* (2014), es la mezcla de suelo (Tierra Negra), Arena y Materia Orgánica (Estiércol de ganado vacuno, carnero, gallinaza, humus, compost, etc.) que se usa para llenar las bolsas en vivero.

Según Cabrera (1999), un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad, ya que el volumen de una maceta es limitado, el sustrato y sus componentes deben de poseer características físicas y químicas, que combinadas con un programa integral de manejo, permitan un crecimiento óptimo.

Las propiedades físicas son consideradas como las más importantes para un sustrato y Cabrera (1999), indica que esto es debido a que si la estructura física de un sustrato es inadecuada, difícilmente podremos mejorarla una vez que se haya establecido el cultivo a campo definitivo, en cambio, las propiedades químicas sí pueden ser alteradas posterior al establecimiento del cultivo. Por ejemplo, si un sustrato no posee un pH o el nivel nutricional adecuado, éstos pueden mejorarse añadiendo fertilizantes o abonos, un exceso de sales solubles puede remediarse con un lavado (lixiviado) con agua de baja salinidad.

Según Arias *et al.* & Cooperación Suiza Bolivia (2014), sustrato se entiende por el volumen de material disponible para el crecimiento radical de una planta en fase de vivero, y deberá

ofrecer agua, oxígeno, y nutrientes, ya que la tierra no siempre posee características óptimas, por este factor es necesario preparar el sustrato, algunos materiales son capa vegetal, material vegetal descompuesto, fertilizantes, cenizas, cal, arena y estiércol.

Oliva *et al.* (2014), indica que un sustrato de buena calidad es liviano, permite que el agua drene fácilmente y no se estanque en la superficie, es rico en nutrientes y debe estar libre de patógenos; la calidad del sustrato es más importante que el tamaño de las bolsas.

3.7.2 Funciones del sustrato

Guerrero (1997), menciona que hay cuatro funciones con las que debe cumplir un sustrato para mantener un buen crecimiento de la plantas.

- Proporcionar un anclaje y soporte para las plantas.
- Retener humedad disponible para la planta.
- Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.
- Servir como depósito para los nutrientes.

La adición de componentes orgánicos a sustratos ayudan a mejorar principalmente sus propiedades físicas y químicas, tales como capacidad de retención de agua, porosidad de aire, disminución de peso húmedo y mejora en la capacidad de intercambio catiónico (Ansorena y Miner, 1994). Resultados de investigaciones indican que para permitir cambios importantes y benéficos en las propiedades físicas de un sustrato, los componentes orgánicos deben utilizarse en los sustratos por lo menos en un 40 % con base en el volumen (Bowman & Paul, 1983 citado por Cabrera 1999).

3.7.3 Propiedades físicas del sustrato

Cabrera (1999), indica que un buen medio de cultivo, deberá de tener buenas propiedades físicas como son: aireación, drenaje, retención de agua y bajo peso húmedo por volumen. En general las propiedades físicas de un sustrato no pueden predecirse en forma sencilla a partir de sus componentes, la mezcla de dos o más componentes por lo general produce interacciones que hacen que las propiedades físicas de la mezcla final no sean la media óptima de las propiedades de los componentes. Por ello, es necesario determinar las propiedades físicas de las mezclas y entre las más utilizadas se tienen:

3.7.3.1 Arena

Las arenas son comúnmente usadas como componente inorgánico de sustratos, particularmente aquellas utilizadas en viveros.

Según Baudoin *et al.* & FAO (2002), la arena disminuye la evaporación, evita el desarrollo de malas hierbas, mejora la aireación de la zona radicular, aumenta la temperatura del sustrato y reduce la porosidad del medio de cultivo. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente, sus partículas deben ser de 0,5 a 2 mm de diámetro, y ya que no contiene nutrientes se la emplea en mezclas con materiales orgánicos.

Para Ansorena y Miner (1994), este es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque nos da un buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Las mejores arenas para este fin, son las de río, además incrementa la densidad del sustrato.

Para Cabrera (1999), una arena deseable para la producción de plantas en maceta, deberá contener principalmente partículas de tamaño mediano y grueso, por lo menos un 70 % con base en el peso, porque el uso de arenas con una distribución amplia (dispersa) de tamaños de partícula es indeseable, ya que podría resultar un sustrato con baja capacidad de aireación.

3.7.3.2 Turba

Se llama turba al material vegetal parcialmente descompuesto que se acumula en un medio altamente saturado de agua (condiciones anaeróbicas). Se forma por putrefacción de la materia orgánica vegetal acumulada en aguas de pantanos y humedales, que lo transforma en un material orgánico de textura esponjosa, color pardo oscuro y muy rico en carbono, (Quino, s/f citado por Ticona, 2012).

Según Baudoin *et al.* & FAO (2002), la mayor parte de las turbas tienen escaso contenido de cenizas menor del 5%, lo que indica que la cantidad de nutrientes aparte del N es baja, pueden considerarse tres tipos de turba:

- a) **Turba de cañota**, es muy variable en su estado de descomposición y de acidez.

b) *Sphagnum*, o *turba rubia*, es la forma menos descompuesta que proporciona excelentes propiedades de aireación y agua al sustrato, tiene bajo pH, poco nitrógeno, tiene un 80 a 90% de materia orgánica, de 4 a 20% de cenizas y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 60 a 120 meq/l.

c) *Turba negra o castaño oscuro*, es un material muy descompuesto, con baja capacidad de retención del agua y contenido de nitrógeno de medio a alto.

El contenido de materia orgánica de la turba negra debe ser superior al 80% en peso seco, ya que contiene alrededor del 50% de materia orgánica debido a su alto grado de descomposición y un 50% de cenizas, que indican su avanzado estado de mineralización. La CIC está entre 250 y 350 meq/l, pero no es recomendable emplear turbas negras procedentes de zonas salinas.

Según Baudoin *et al.* & FAO (2002), los motivos por los que la turba es un componente importante es porque aumenta la capacidad de agua, porosidad (mejora la aireación y el drenaje), densidad aparente (facilita el desarrollo radicular), aumenta el efecto amortiguador, que permite equilibrar el pH y las sales solubles, es una fuente de liberación lenta de N, mejora la disponibilidad de nutrientes para la planta y se encuentran otros componentes beneficiosos, como son los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos.

Según Cabrera (1999), el sustrato con las características físicas ideales es la turba, en porosidad total cuenta con un 94%, capacidad de retención de agua con 81%, porosidad de aire 13%, agua disponible para la planta 60%, peso húmedo 0,99 kg/litro, estos valores se determinaron en sustratos que después de haber sido regados a saturación se han dejado drenar hasta alcanzar un equilibrio, condición conocida como capacidad de maceta o de contenedor.

3.7.3.3 Tierra de lugar

Son tierras propiamente del lugar de estudio, por debajo de los 3000 m.s.n.m., presentan características desde ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas, consuelos livianos o franco arenosos y suelos semipesados o franco limosos (estos últimos compuestos de arcillas rojas con pocos nutrientes). La función de la tierra de lugar es sustituir en forma barata y sencilla; además, le da a la planta un medio parecido al que tendrá en su sitio de plantación (Fossati y Olivera, 1996)

3.7.4 Mezclas y preparación de sustratos

Para Baudoin *et al.* & FAO (2002), una norma básica para la preparación del sustrato, es que la fórmula debe ser simple, sobre todo si se necesitan cantidades grandes, el uso de muchos componentes aumenta los riesgos de una mezcla defectuosa y mal manipulada. Las propiedades físicas de los sustratos difieren mucho entre ellos y la mejor manera de corregir las características desfavorables de cada uno es combinarlos. Por ejemplo, la capacidad de aireación deficiente de una turba negra muy descompuesta o de un suelo arcilloso, se puede corregir con la arena, el poliestireno, la perlita o la arcilla expandida, que tienen en común su buena aireación.

Los sustratos más frecuentes en los que se cultivan las retamas son turbas rubias y negras fertilizadas o mezclas de fibra de coco con turba, con adiciones de vermiculita hasta el 20% del volumen total (Villar *et al.*, 2013).

3.8 Calidad de planta

Según Prieto *et al.*, (2009) la calidad de planta es “La capacidad que tienen las plantas para adaptarse y desarrollarse a las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, y depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas utilizadas para su reproducción en vivero”. Ramírez y Rodríguez (2004), citado por Sáenz, (2010), “Es la que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada”.

Fonseca citado por Sáenz *et al.*, (2010), indican que una planta de buena calidad debe presentar las siguientes características: diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (altura/diámetro de cuello), un sistema radical fibroso y un valor alto del cociente de biomasa de raíz/biomasa aérea.

Sáenz *et al.*, (2010), indica que para lograr plantas con mejores características morfológicas y fisiológicas es necesario el desarrollo de técnicas culturales desde el vivero, el tipo de sustrato, el contenedor a utilizar, la calidad de la semilla, el régimen de nutrición, el manejo adecuado del agua de riego, ya que estos son los elementos principales para obtener planta de alta calidad y a un precio razonable.

CONAFOR (2010), la calidad de la planta es uno de los factores que condicionan el éxito de la plantación, los parámetros que debe tener una planta producida en vivero para que sea considerada de calidad antes de salir a campo son los siguientes: para latifoliadas debe tener una altura de 20 a 35 cm, un diámetro del tallo como mínimo 4 mm, una raíz con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80% del cepellón, una planta vigorosa sin daños físicos o mecánicos, y sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas y enfermedades.

Para Birchler *et al.*, (1998), Sáenz *et al.*, (2010), CONAFOR, (2010), unos buenos indicadores para la calidad de las plantas son: la altura, el diámetro, la esbeltez y la proporción entre el tamaño aéreo y el radical, que son atributos válidos para la calidad del cultivo en el vivero.

3.8.1 Características morfológicas

Para Birchler *et al.*, (1998), la morfología de la planta es la manifestación de la respuesta fisiológica a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero, que generalmente son fácil de cuantificar.

Buamscha, Mexal, (2012), los atributos morfológicos son el resultado de una serie de respuestas fisiológicas a la disponibilidad de recursos y a los tipos de estrés durante la fase de cultivo. Sáenz *et al.*, (2010), indica que los parámetros morfológicos, o atributos determinados física o visualmente, son los más utilizados en la determinación de la calidad de la planta y proporcionan una comprensión más intuitiva por parte del viverista.

Existen varios parámetros morfológicos para examinar, y como algunos de ellos están muy correlacionados, se deben elegir aquéllos que proporcionen una mayor información y sean de medición más sencilla. Entre las características o atributos morfológicos más empleados están:

3.8.1.1 Altura de planta

Birchler *et al.* (1998), indica que la altura de la planta es fácil de medir pero no es muy informativa por sí sola, ofrece sólo una somera aproximación del área fotosintetizante y transpirante e ignora la arquitectura del tallo. La altura puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización, el riego y el repicado.

Mexal y Landis (1990), citado por Sáenz *et al.* (2010), cita también que la altura es un buen predictor futura en campo, pero no para la supervivencia; este parámetro se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real.

Thompson (1985), citado por Birchler *et al.* (1998), indica que puede inducir a un error correlacionar la altura de la planta con el comportamiento en campo excluyendo otros parámetros, varios estudios concluyeron que la altura inicial de las plantas no se correlaciona, o lo hace de forma negativa, con la supervivencia, aunque sí se correlaciona con el crecimiento en altura después de la plantación.

3.8.1.2 Diámetro basal del tallo o cuello de la raíz

Prieto *et al.* (2003) y Prieto *et al.* (2009), indican que el diámetro basal del tallo o diámetro del cuello de la raíz, es la característica de calidad más importante que permite predecir la supervivencia de la planta en campo; a la vez define la robustez del tallo que se asocia con el vigor y el éxito de la plantación futura. Plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie.

Según Birchler *et al.* (1998), el diámetro está influenciado por la densidad del cultivo en vivero y puede ser afectado por prácticas culturales como el repicado apical. Es fácil de medir, da una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo.

A medida que aumenta el diámetro del cuello del plantín, aumenta la supervivencia en plantación. Sin embargo, bajo circunstancias inusuales, si los plantines se mantienen demasiado tiempo en el envase, tendrán grandes diámetros pero con raíces muy compactadas y enredadas y este hecho puede reducir la supervivencia en campo (Mexal & Landis, 2012).

El diámetro de un plantín se mide tradicionalmente a nivel del cuello, donde hay un cambio de color notable entre los tejidos aéreos y radicales. Ocasionalmente las medidas se toman en la cicatriz de los cotiledones, 10 mm más debajo de ésta, o a nivel de la superficie del medio de crecimiento (Colombo *et al.*, 2001 citado por Mexal & Landis, 2012).

No se recomienda realizar esta medición a nivel de la superficie del medio de crecimiento, dado que la profundidad de siembra puede variar o incluso la acumulación de musgos sobre el sustrato pueden afectar la localización exacta del punto de medición. El diámetro no sólo predice la supervivencia y el crecimiento durante el primer año; también está correlacionado con el crecimiento durante toda la vida de la plantación. Incluye una estimación de la biomasa de la raíz, aparentemente el diámetro es un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz (Mexal, Landis 2012).

3.8.2 Características fisiológicas

García (2007), citado por Sáenz *et al.* (2010), menciona que la medición de parámetros fisiológicos es puntual, pues se refiere al estado de la planta en el momento de realizar la medición, cambian rápidamente y su validez no se extiende más de cuatro semanas; permiten establecer diferencias en cuanto al estado de las plantas. Sin embargo, para evaluar la aptitud de un lote de plantas deben medirse varios parámetros fisiológicos, ya que no se cuenta con experiencia suficiente para afirmar que uno solo de ellos sea decisivo debido a su gran variabilidad; algunos parámetros fisiológicos que se miden indirectamente son:

3.8.2.1 Presencia de yemas

La yema apical es el crecimiento acumulado o en reserva para el próximo periodo vegetativo, la presencia de la yema apical indica que la planta tiene poco crecimiento activo, el endurecimiento del brinjal favorece la formación de la yema principal, por lo que los viveristas deben considerar las prácticas necesarias que permitan la formación de yemas (Cleary, 1982 citado por Prieto *et al.*, 2003).

Según Thompson (1985) citado por Buamscha *et al.* (2012), el tamaño de la yema terminal es una “promesa” del crecimiento potencial de un plantín después de su plantación. En condiciones con bajos niveles de estrés, las yemas pueden predecir bien el crecimiento durante la siguiente temporada.

Sin embargo, en condiciones estresantes, la elongación de la yema puede ser limitada, dando una apariencia de “plumero de techo”. De hecho, la importancia del desarrollo de las yemas en relación con el potencial de supervivencia de los plantines es aún tema de debate.

Mientras que una yema terminal puede no ser una garantía de endurecimiento y dormancia, es un indicador de cesación del crecimiento y otros cambios fisiológicos, (Colombo *et al.*, 2001 citado por Buamscha *et al.*, 2012).

3.8.2.2 Crecimiento del sistema radicular (raíz)

La formación de raíces nuevas es una medida fisiológica indirecta de la calidad de planta, la abundante emisión de raíces demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento después de la plantación, cuando se establece en condiciones ambientales favorables para su crecimiento, emite nuevas raíces, las cuales iniciarán el proceso de absorción de agua (Van, 1983 citado por Prieto *et al.*, 2003).

González (1995), citado por Sáenz, *et al.* (2010), menciona que entre más grande sea el sistema radical de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes; además, incrementará la probabilidad de infección micorrícica. En las raíces finas es donde se concreta la actividad de absorción de agua y nutrimentos al ser más activas y permeables, frente a las gruesas, cuya misión se concreta fundamentalmente en el anclaje de las plantas (Thompson, 1985, Castillo, 2001 citado por Sáenz, *et al.*, 2010).

El desarrollo del sistema radical depende del agua que contenga el sustrato, lo que determina su crecimiento y desarrollo; si una planta recibe agua en abundancia no estimulará demasiado el crecimiento de la raíz, pero si el agua escasea, será necesario que la planta tenga un sistema radical amplio para que sobreviva. La inducción de un estrés hídrico moderado al final del periodo vegetativo, detiene el crecimiento en altura, mientras que el diámetro del cuello de la raíz continua creciendo, debido probablemente al crecimiento radical (Leyva, 2008 citado por Sáenz *et al.*, 2010).

El mejor sistema radical lo constituye una raíz principal bien conformada, sin deformaciones, abundancia de raíces laterales uniformemente repartidas y de raíces finas o fibrosas donde se da la simbiosis con las micorrizas, las cuales aumentan la superficie de la raíz para absorber agua y nutrientes. Precisamente, una forma sencilla de estimar el nivel de micorrización es a través de la superficie de las raíces finas que están cubiertas por las mismas (Rodríguez, 2008 citado por Sáenz *et al.*, 2010).

3.8.2.3 Índice de lignificación

Para Prieto *et al.* (2009), el índice de lignificación consiste en determinar el porcentaje de peso seco, con relación al contenido de agua en las plantas, lo cual expresa el nivel de pre-acondicionamiento de las plantas. Para el índice de lignificación (IL) se relaciona el peso seco total entre el peso húmedo total de la planta, el cual determina el porcentaje de lignificación.

3.9 Índices de calidad morfológica

3.9.1 Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz

Es el balance entre la parte transpirante y la absorbente; y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes. Este parámetro puede ser de gran importancia cuando la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde el factor más influyente sobre la supervivencia del primer año es una larga y de cálida estación seca (Birchler *et al.*, 1998).

Rodríguez (2008), citado Sáenz *et al.* (2010), indica que el cálculo de la relación de la biomasa seca aérea/biomasa seca raíz es muy importante, ya que la producción de biomasa refleja el desarrollo de la planta en vivero. Cuando la relación tiene un valor de uno indica que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea; y al contrario, si el valor es mayor a uno la biomasa aérea es mayor que la subterránea.

La relación es buena cuando fluctúa de 1.5 a 2.5 ya que valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta, cuando la relación llega a ser mayor a 2.5 frecuentemente es por falta de riego o si es en condiciones naturales es escasa la precipitación en el sitio de plantación (Thompson, 1985 citado por Sáenz *et al.*, 2010).

3.9.2 Índice de robustez o coeficiente de esbeltez

Según Birchler *et al.*, (1998), el índice de robustez es la relación entre la altura de la planta (cm) y su diámetro (mm), siendo un indicador de la densidad de cultivo y un parámetro importante en las plantas.

Para Rodríguez (2008) citado por Sáenz *et al.* (2010), el índice de robustez es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por el viento, de la supervivencia y del crecimiento potencial en sitios secos. El índice debe ser menor a seis, este valor indica que se trata de arbolitos más bajos y gruesos, aptos para sitios con limitación de humedad, ya que valores superiores a seis los dispone a los daños por viento, sequía y helada.

Para Prieto *et al.*, 2003 y Prieto *et al.*, 2009, valores más bajos están asociados a una mejor calidad de la planta e indica que es más robusta y con tallo vigoroso; en cambio valores altos indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, pueden ser tallos elongados con diámetros delgados.

3.9.3 Índice de calidad de dickson

Este índice integra la relación entre el peso seco total de la planta (g) y la suma de la esbeltez y la relación entre parte aérea y radical, (Dickson *et al.*, 1960 citado por Birchler *et al.*, 1998). Este índice se ha empleado con éxito para predecir el comportamiento en campo de varias especies de coníferas, es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar planta de menor altura pero con mayor vigor (Fonseca *et al.*, 2002 citado por Sáenz *et al.*, 2010).

3.10 Rangos para calificar la calidad de planta

Según Domínguez, L., *et al.*, (2001), Villar, S., *et al.*, (2008) & CNRGF El Serranillo citado por Villar, S. P., *et al.* (2013), los atributos morfológicos de briznales de la retama están: altura de planta (cm) valores medios de 35,1-17,9 cm, valores recomendados son de 25-35 cm, y el valor mínimo recomendado es de 20 cm; diámetro cuello raíz (mm) valores medios de 3,91-0,95 mm, valores recomendados de 2,5-4 mm y un valor mínimo de 3 mm; Biomasa de 0,52-0,18 son valores medios, de 0,8-1 son valores recomendados y 0,6 como valor mínimo; Esbeltez de 9,16-4,41 son valores medios, de 8-10 son valores recomendados y 5 como valor mínimo.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) 2009, indica que las características morfológicas y fisiológicas requeridas en calidad de planta para plantaciones forestales

comerciales están: Diámetro del tallo en Coníferas no cespitosas mínimo 4 mm, Coníferas cespitosas mínimo 6 mm, Latifoliadas mínimo 5 mm (medido en mm del cuello de planta de 3-5 mm del nivel del sustrato); Altura de la planta en Coníferas no cespitosas de 12 a 25 cm, Latifoliadas de 20 a 35 cm (medida en cm del cuello a la punta apical del tallo); Raíz para todo tipo de especie forestal, debe tener un eje central con raíces laterales bien distribuidas, sin malformaciones o nudos, y abundantes puntos de crecimiento; Lignificación para todo tipo de especie forestal, al menos 2/3 del tallo principal; Vigor para todo tipo de especie forestal, debe tener el color de follaje propio de la especie; Integridad para todo tipo de especie forestal, debe estar sin daños mecánicos, y la Sanidad para todo tipo de especie forestal, sin alteraciones morfo-fisiológicas, libre de plagas enfermedades bióticas y abióticas.

Sáenz *et al.* (2010), clasificó valores para especies de crecimiento normal, que incluye la categoría de calidad media, para valores muy cercanos a los límites inferiores de los rangos de calidad alta, debido a que parámetros morfológicos o fisiológicos presenta limitantes para predecir la supervivencia y crecimiento de las plantas en los sitios de plantación, determinó su calidad reclasificándolas: altura de planta (cm), rangos de 15-25 cm son de calidad Alta, rangos de 12-15 son de calidad Media y rangos <12 son de calidad Baja; diámetro basal (mm), rangos >4 mm son de calidad Alta, de 2,5-4 calidad Media y <2,5 calidad Baja; % de lignina rangos de 11,33-17,01 son de calidad Alta, de 10-11,33 calidad Media y <10 son de calidad Baja; Biomasa seca aérea/biomasa seca raíz rangos de 1,5-2 son de calidad Alta, de 2-2,5 calidad Media y >2,5 son de calidad Baja; índice de Robustez rangos <6 son de calidad Alta, de 6-8 calidad Media y rangos >8 son de calidad Baja; en índice de calidad de Dickson rangos >0,5 son de calidad Alta, de 0,2 -0,5 calidad Media y rangos <0,2 son de calidad Baja.

Sáenz *et al.* (2010), también menciona tres tipos de calidad para calificar y son:

3.10.1 Calidad alta

Se refiere a plantas que presentan ausencia absoluta de características indeseables, es decir, que las variables evaluadas se calificaron como de calidad alta (A), aunque se puede aceptar hasta dos valores con calidad media (M), pero en ningún caso valores con calidad baja (B).

3.10.2 Calidad media

Se aceptan hasta tres valores de calidad media (M) y una variable con calificación de calidad baja (B).

3.10.3 Calidad baja

Son aquellas plantas que presentan dos o más valores de calidad baja (B), es decir, son plantas que tendrán una baja supervivencia y reducido desarrollo en los sitios de plantación.

3.11 Viveros forestales

Según Arias *et al.* & la Cooperación Suiza en Bolivia, (2014), los viveros forestales son lugares donde nacen y se crían plantas, permaneciendo el tiempo necesario para lograr la altura y vigor indispensables para llevarlas al lugar definitivo. Los viveros son sitios destinados para realizar las diferentes etapas que producción de plantas forestales de diversas especies, los propósitos, ventajas y condiciones requeridas de un vivero son:

3.11.1 Propósitos de los viveros forestales

- Producir las plantas necesarias de acuerdo a un plan forestal y de calidad apropiada.
- Disminuir costos en la producción de plantas
- Satisfacer las necesidades técnicas, sociales y económicas, mediante la producción de plantas
- Realizar estudios comparativos y experiencias de aclimatación con las plantas.

3.11.2 Ventajas de un vivero

- Se tiene un mayor control sobre la calidad y disponibilidad de la planta
- Es posible desarrollar experiencia local para el cultivo y manejo de las plantas
- Las plantas se adaptan mejor a las condiciones ambientales locales
- Crea fuentes de trabajo.

3.11.3 Condiciones requeridas de un vivero

- Conocer cuántas plántulas debe producir anualmente y cuál sería la capacidad máxima de producción.
- El tipo de especies que debe producir (calidad).
- Métodos de producción; raíz desnuda, bolsas, pseudoestacas, etc.
- Época de suministro, lugar o lugares de plantación.

Buamscha *et al.* (2012), el vivero forestal es el lugar destinado a la reproducción de árboles con diversos fines, su misión es obtener plantas de calidad, que garanticen una buena supervivencia y crecimiento en el lugar donde se establezcan en forma definitiva.

3.12 Análisis económico de la producción

3.12.1 Costos de producción

Funes (2015), menciona que los costos de producción son aquellos costos aplicables a empresas de transformación y que están integrados por los tres elementos del costo: costo de materiales, sueldos y salarios directos, y costos indirectos de producción. En términos generales el costo, es el valor que se paga por algún bien o servicio (es decir lo que cuesta). En empresas agrícolas de campo se llama costo de producción a la aplicación de recursos (mano de obra, insumos y otros) que conduzcan a la obtención de la producción y al proceso de transformación de la producción en productos terminados para la venta (post-cosecha), (Agrowin, 2011). Según Frank (1987) citado por Cussi (2010), define a los costos de producción como la suma de los valores de los bienes y servicios consumidos en un proceso productivo, se puede decir que costo es la suma de los gastos, las amortizaciones y los intereses efectuados en un proceso productivo. El costo total de producción se divide en:

3.12.1.1 Costos fijos (CF)

Según Funes, (2015), los costos fijos, son aquellos que están en función del tiempo, o sea, no sufren alteración alguna, son constantes, aun cuando se presentan grandes fluctuaciones en el volumen de producción, son aquellos costos necesarios para sostener la estructura de la empresa y se realizan periódicamente.

Cussi, (2010), indica que también son llamados costos generales o costos irrecuperables, como el pago de arrendamiento de edificios y el equipo (amortizaciones o depreciaciones), los intereses por deudas, sueldos de los trabajadores fijos, etc. Estos deben pagarse incluso aunque la empresa no produzca y no varían aunque varíe la producción; dado que el costo fijo es el costo que debe pagarse independientemente del nivel de producción, y permanece constante.

3.12.1.2 Costos variables (CV)

Para Cussi, (2010), los costos variables son los que varían con el nivel de producción, son las materias primas necesarias para producir, los obreros necesarios para cubrir las líneas de producción y la energía para poner en funcionamiento las empresas agropecuarias. Por definición el costo variable comienza siendo cero cuando la producción es cero y crece en relación con la cantidad producida. Y (Funes, 2015), indica que el costo variable es aquel que está en función al volumen de producción y de las ventas, o sea, varían en forma proporcional a las fluctuaciones de la producción de un periodo.

3.12.1.3 Costo total (CT)

Según Funes, (2015), el costo total, es la suma de los dos factores anteriores (costos fijos más costos variables), que determinan el precio final del bien producido.

3.12.2 Costo unitario

Funes (2015), indica que la determinación correcta del costo unitario trae consigo la información analítica y oportuna de los costos, con el costo unitario técnico se pueden fijar precios de venta al público con mayor precisión, aunque siempre estará supeditada a la oferta y demanda del mercado para los productos que se manufactura o producen.

3.12.3 Costos directos

Los costos directos según Funes, (2015), son los costos de material directo o materia prima, los sueldos y salarios directos identificables cuantitativamente y cualitativamente en cada unidad del producto terminado. Agrowin, (2011), el costo está directamente relacionado con la producción de un producto determinado, en general se refieren a la mano de obra, insumos y materiales.

3.12.4 Costos indirectos

Según Funes, (2015), los costos indirectos son aquellos costos que no se pueden localizar y cuantificar en forma precisa en una unidad producida, como el material indirecto, obra de mano indirecta y costos indirectos de producción. Son los costos que no tienen ninguna relación con la producción en un producto determinado, son necesarios para la producción pero no se pueden identificar con un costo específico de algún producto, por ejemplo los costos de la electricidad, no necesarios para la empresa pero se hace difícil saber cuánto corresponde a cada uno de los productos.

Los costos directos o indirectos pueden ser fijos o variables, así mismo éstos pueden ser directos o indirectos.

3.12.5 Relación beneficio costo de producción

Funes, (2015), indica que la relación Beneficio Costo de producción, se calcula con el ingreso total de producción (IT), sobre el costo total de producción (CT). El análisis coste/beneficio mide la relación entre el coste por unidad producida de un bien o servicio y el beneficio obtenido por su venta, esto con el fin de evaluar su rentabilidad. Es decir:

$B/C > 1$ indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$ Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

$B/C < 1$ Indica que los costes son mayores que los beneficios, y no se debe considerar.

3.12.6 Precio de venta

El precio de venta por unidad, se estima con el costo total de producción (CT), sobre las unidades producidas (UP), lo único que se necesita es saber el costo del producto y establecer el margen de ganancia; este margen de ganancia también se conoce como rentabilidad, (Funes 2015).

4. LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se realizó en el vivero forestal de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado al ingreso del Municipio de Viacha capital de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz.

4.1 Ubicación geográfica

Según el PDMV (2016), el municipio de Viacha se encuentra ubicada geográficamente entre los paralelos 16° 32' 39" (UTM 0576432) y 16° 54' 44" (8160551) latitud Sur, entre los meridianos 68° 16' 56" y 68° 22' 72" de longitud Oeste, localizándose en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz (Anexo 1).

4.2 Descripción de la zona

4.2.1 Clima

Según el registro climático SENAMHI (2016), la zona de estudio presenta una temperatura media anual de 10 °C, con una precipitación media anual de 447 mm, en cuanto a la humedad relativa esta alrededor del 40 %, con heladas muy frecuentes a partir del mes de abril a agosto, con lluvias de enero a marzo disminuyendo la intensidad en los meses de abril a diciembre.

4.2.2 Temperatura (°C)

La temperatura promedio del Municipio de Viacha varían entre 17,2 - 20,6°C, las máximas temperaturas se presentan en el mes de agosto hasta diciembre llegando un máximo de 22°C en diciembre y la mínima que se registró en los últimos años fue de -7,5°C en julio (PDMV, 2016).

4.2.2.1 Temperatura dentro la carpa solar

La temperatura registrada dentro la carpa solar durante el mes de marzo al inicio de la investigación fue de 8 °C como mínima y una máxima de 35°C; durante toda la investigación se registró una temperatura mínima de -3 °C en el mes de Junio y la máxima alcanzó los 38,5 °C, en el mes de Agosto (Figura 1).

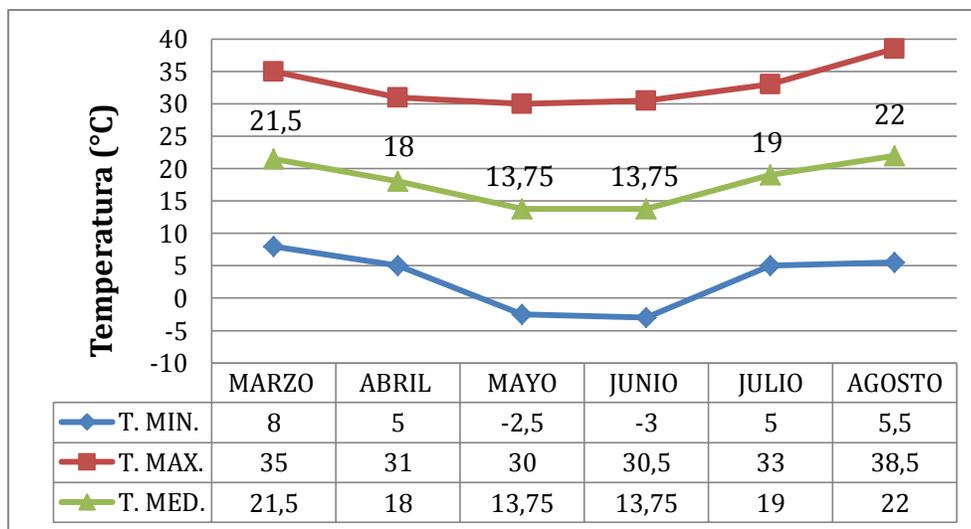


Figura 1. Temperatura registrada dentro la carpa solar durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.

4.2.3 Piso ecológico y suelo

Según el PDMV (2012), el Municipio de Viacha presenta dos pisos ecológicos, la zona de relieve montañosa y la zona de altiplanicie o llanura, estimándose que el 38% corresponde a la zona de relieve montañosa y un 62% al piso de la zona altiplanicie o llanura.

Existen diferentes tipos de suelo como ser: (Suma lacka), buena tierra, suelo apto para la producción agrícola, suelos profundos y franco arenosos; (Ch'iar laka) tierra negra, son las mejores unidades de suelo y su fertilidad es acompañada por la presencia masiva de lombrices, son suelos muy profundos y franco arenoso arcilloso; (Link'i) suelos aptos para el cultivo, el gran problema que presentan estos suelos es su reducida infiltración de agua; (Kuy'a laka), se denomina así a las tierras erosionadas poco aptas para la producción agrícola, se caracteriza por generar rendimientos muy bajos, son suelos poco profundos; (Challa Lacka), suelos de textura arenosa, poco profundos y (K'ala orak'e), suelos pedregosos (PDMV, 2012 y 2016).

4.2.4 Vegetación

Desde el punto de vista Fito geográfico, el municipio de Viacha entre sus principales variedades presenta las siguientes especies nativas: Thola (*Baccharis boliviensis*), Tara tara (*Fabiana densa*), Senecio spp (*Adesmia spp*), Ñaka tola, supu Thola (*Baccharis spp*), Thola de agua (*P. phyllicaeformis*), Ñaka postrada (*Baccharis mínima*), Kailla (*Tetraglochin cristatum*),

Supo Thola (*Parasthrepia lepidophylla*), Añahuaya (*Adesmia miraflorensis*), Ichu (*Stipa ichu*), Iru ichu (*Festuca orthophylla*), Chillihua (*Festuca dolichopylla*), Chiji negro, Chiji blanco (*Muhlenbergia fastigiata*) Jaretilla (*Junellia mínima*), layu (*Trifolium amabile*), Sillu sillu, Huaraco (*Lachemill diplophylla*) (PDMV, 2012).

El agro ecosistema local del vivero forestal de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria en Viacha, está conformado por una variedad de especies como el eucalipto macho (*Eucalyptus globulus*), Ligustro (*Ligustrum spp.*), Kiswara (*Buddleja coriácea*), Rosa verde (*Echeveria agavoide*), Olmo (*Pupulus alba*), Retama (*Spartium junceum*).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material de gabinete

- Material de escritorio
- Computadora e Impresora
- Paquete estadístico InfoStat
- Microsoft Office Excel 2013
- Calculadora
- Planilla de registro de datos
- Hojas bon (Tamaño carta)
- Sobre manila (Tamaño carta)
- Marcadores permanentes

5.1.2 Material biológico

Se utilizó semillas de Retama (*Spartium junceum*), procedentes del municipio de Pocoma Cochabamba, obtenida del centro de semillas forestales BASFOR.



Figura 2. Semilla utilizada para almácigo de los plantines de retama.

Fuente: Mamani, 2018.

5.1.3 Material de laboratorio

- Cajas petri
- Papel absorbente
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Jeringa de 10 ml
- Regla metálica de 50 cm
- Secador

- Probeta de 100 ml
- Pinza
- Balanza analítica de dos dígitos
- Estilete

5.1.4 Material de campo

5.1.4.1 Herramientas de trabajo

- Carretilla
- Pala
- Picota
- Tamizador
- Repiqueador
- Bolsas de polietileno (12x23 cm)
- Manguera
- Malla semisombra (75%)

5.1.4.2 Componentes del sustrato

- Arena fina
- Tierra de lugar
- Tierra vegetal (Turba negra)

5.1.4.3 Insumo químico

- Formol al 40 %
- Agua

5.1.4.4 Equipos de campo

- Termómetro de máximas y mínimas (°C)
- Regla metálica graduada de 50 cm.
- Calibrador digital (0-150mm/0-6")
- Tablero de Campo
- Planillas de registro
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

5.2 Metodología

La metodología que se utilizó para la investigación fue experimental, los métodos utilizados se basaron en lo inductivo (observación, experimentación y comparación) y deductivo (demostración). El procedimiento metodológico (Anexo 2) fue el siguiente:

5.2.1 Procedimiento experimental en campo

El procedimiento experimental con la toma de datos inicio el 4 de marzo de 2018 y concluyó el 23 de agosto de 2018, el presente trabajo se desarrolló en:

5.2.1.1 Selección de semilla, almacigo y siembra

Primero se procedió a calcular la densidad de siembra para las cajas de almacigo, para luego pesar las semillas, donde se calculó 10 gramos de semilla por caja, la siembra se hizo al voleo.

5.2.1.2 Bolsa para los tratamientos

En esta investigación se utilizó bolsas de polietileno negro, porque es uno de los contenedores más utilizados en los viveros de todo el mundo, son baratas, fáciles de transportar y almacenar. La medida utilizada fue de 12 cm de ancho x 23 cm de alto, la base fue perforada para evitar el estrés hídrico y la acumulación del agua al momento de regar las plantas.

5.2.1.3 Preparación de sustratos para los plantines de retama

Para obtener un sustrato adecuado que proporcione las condiciones óptimas para el desarrollo de los plantines de retama, se utilizó una mezcla con arena (A), tierra de lugar (TL), y turba (T). La tierra de lugar se obtuvo de unos 20 cm de profundidad de la capa arable con una textura de franco a franco arenoso proveniente del área del experimento (vivero forestal CIPyCA), se tomó en cuenta las raíces, rastros que se encontraban en la tierra de lugar, el cual se procedió al cernido con una malla; la tierra vegetal (turba negra) y arena fueron acopiadas de otro lugar. Una vez listo los componentes del sustrato se prepararon homogéneamente las tres mezclas y el testigo, la relación de partes por tratamiento fue:

Cuadro 1. *Preparación de los sustratos para el repique de plantines de Retama.*

Relación por partes (Arena, Tierra de Lugar, Turba Negra)	
Sustrato 1 = T1	1 Parte de Arena + 1 Parte de Tierra de lugar + 2 Partes de Turba (1:1:2)
Sustrato 2 = T2	1 Parte de Arena + 1 Parte de Tierra de lugar + 3 partes de Turba (1:1:3)
Sustrato 3 = T3	1 Parte de Arena + 1 Parte de Tierra de lugar + 4 Partes de Turba (1:1:4)
Sustrato 4 = T4 (Testigo)	100% Tierra de lugar



Figura 3. Materiales utilizados en la preparación de los sustratos para los cuatro tratamientos y sus repeticiones.

Fuente: Mamani, 2018.

5.2.1.4 Desinfección del sustrato y llenado de bolsas para los tratamientos

Después de haber preparado los diferentes sustratos, se procedió a la desinfección con formol (5 litros de formol al 40% en 50 litros de agua), para que este químico cumpla su efecto sobre el sustrato se procedió a cubrirlas con bolsas plásticas manteniéndolas así durante 4 días (evitando la volatilización de los gases), transcurrido ese tiempo se mantuvo 1 día descubierto para su venteado (técnica preventiva de enfermedades, fungosas, patógenos y plagas). Una vez ya aireadas los sustratos, se procedió al llenado de bolsas para los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones. Zeballos (2000), citado por Mamani (2015), menciona que se puede dar uso productos químicos como los fungicidas y nematicidas comerciales, según la dosis recomendada, y tapar con plásticos durante 4 – 6 días y dejar airear durante 8 días, antes de sembrar la semilla.

5.2.1.5 Repique de plantas

Una vez listo el almacigo de los plantines de retama y las bolsas llenadas con el sustrato correspondiente para los tratamientos, se prosiguió al repique, donde se seleccionaron plantines uniformes, una vez listo los plantines se las llevó al vivero para ambientarlas con malla semisombra por dos semanas en vivero.



Figura 4. Repique de los plantines de retama.

Fuente: Mamani, 2018.

El fin era evitar los cambios bruscos de temperatura del día y la noche, que puedan causar daños por la radiación sin modificar la parte visible para la fotosíntesis.



Figura 5. Ambientación de los plantines de retama en la carpa solar con malla semisombra.

Fuente: Mamani, 2018.

5.2.1.6 Orden de los tratamientos

Los plantines de retama fueron distribuidos de acuerdo al Diseño Experimental Completamente al Azar, consto de 4 tratamientos, con 4 repeticiones, y un tratamiento con 15 plantines (Unidad experimental), teniendo así un total de 240 plantines de retama.



Figura 6. Ubicación de los plantines de retama por tratamientos según el Diseño Experimental planteado en la investigación.

Fuente: Mamani, 2018.

5.2.1.7 Labores culturales

Las labores culturales que se realizaron durante la investigación fueron los siguientes:

- a) **Riego.** El riego se realizó manualmente, con una manguera se controló la cantidad de agua para el plantín, procurando que el riego sea uniforme, provocando una leve lluvia llegando a la saturación del sustrato en cada sesión. La frecuencia de riego fue día por medio.



Figura 7. Riego de plantines de retama durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines.

Fuente: Mamani, 2018.

- b) **Deshierbe.** El deshierbe y control de malezas se realizó una vez al mes de forma manual, ya que no permiten el desarrollo normal de la planta por la competencia de nutrientes, agua y luz, además que pueden favorecer el desarrollo de enfermedades y plagas, por lo cual se eliminó en su momento.
- c) **Control de enfermedades y plagas.** Debido a la previa desinfección del sustrato antes del repique, no se presentó problemas de importancia económica en cuanto a enfermedades y plagas, aunque se presencié un pequeño porcentaje de hongos en los plantines de retama al tercer mes, se controló inmediatamente con una solución de 20 gramos de bicarbonato de sodio en 2 litros de agua, se la aplicó día por medio por una semana donde se notó la ausencia de hongos, también se presentaron babosas al primer mes (comienzo de la investigación), que se logró controlar con el uso de sal colocando alrededor de la platabanda y tratamientos del área experimental.



Figura 8. Control de plagas (babosas), en los plantines de retama durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines.

Fuente: Mamani, 2018

5.2.1.8 Toma de datos para la investigación

Para los datos se tomó como muestra 5 plantines de retama por tratamiento y sus respectivas repeticiones, teniendo un total de 80 muestras; la toma de datos se realizó cada 15 días, las cuales se registraron en una planilla (Anexo 3-4) para posteriormente ser tabuladas.

5.2.2 Diseño experimental

5.2.2.1 Diseño experimental completamente al azar DCA

En esta investigación se utilizó el Diseño experimental completamente al azar, que consto de cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y un testigo T4), con cuatro réplicas (4x4). Como se puede ver en la figura 9:

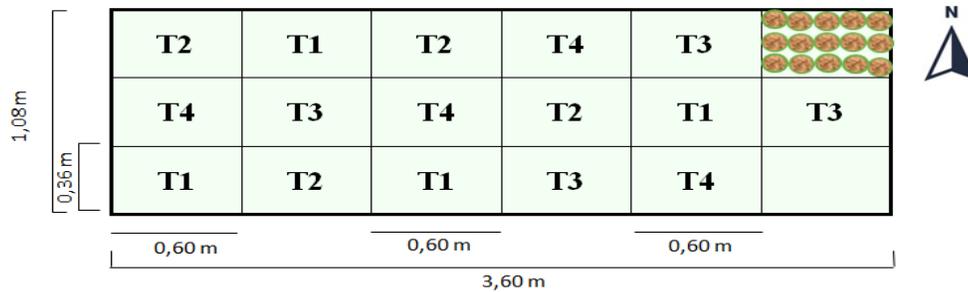


Figura 9. Croquis del Diseño Experimental

5.2.2.2 Dimensiones del área experimental

Área total del experimento = 3,89 m²

Número de tratamientos = 4

Área utilizada por repetición = 0,86 m²

Número de plantas por tratamiento = 15

Área de la unidad experimental = 0,014 m²

Número de repeticiones por tratamiento = 4

Muestras seleccionadas (plantas) = 80

Número total de plantines = 240

5.2.3 Modelo lineal

Según Vicente (2015), el modelo de análisis estadístico para un diseño experimental completamente al azar, se emplea cuando las unidades experimentales como las condiciones ambientales y de manejo son homogéneas. El modelo de análisis estadístico que se utilizó fue:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

y_{ij} = Calidad de la planta que recibe por tratamiento con sustrato

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento

ε_{ij} = Error experimental o Efecto aleatorio de residuales.

5.2.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se construyó una base de datos a partir de la información registrada en campo de los plantines de retama, consistió en un Análisis de Varianza (ANVA) y prueba Duncan al 5% de significancia, para todas las variables planteadas, y se analizaron con el paquete estadístico InfoStat. Y para las medias resultantes se realizó un análisis de regresión lineal para comparar la relación entre variables.

5.2.5 Variables de respuesta evaluadas

Se alcanzaron los objetivos planteados de la investigación, en base a las siguientes variables:

5.2.5.1 Características morfológicas evaluadas en los plantines de retama

- a) **Altura de plantas (cm).** Se realizó la medición de la altura de planta, desde el cuello de la raíz hasta el ápice del plantín, hasta centésimas de centímetros con una regla graduada de 50 cm. Esto se realizó para las 80 muestras seleccionadas de los 4 tratamientos y sus respectivas repeticiones, los datos se tomaron cada 15 días a partir del repique durante 165 días, y se registraron en una planilla para posteriormente ser tabulados.



Figura 10. Medición de la altura de plantines de retama, durante la investigación en campo, para determinar la calidad de planta.

Fuente: Mamani, 2018.

b) Diámetro basal del tallo o cuello de la raíz (mm). Se midió en el cuello de la raíz, a una distancia de 5 mm de la superficie del sustrato (donde se observó el cambio de color entre el cuello de la raíz y el tallo), con un vernier digital y de precisión hasta décimas de mm. Esto se realizó para las 80 muestras seleccionadas de los 4 tratamientos y sus respectivas repeticiones, los datos se tomaron cada 15 días a partir del repique y su ambientación en vivero, los datos obtenidos se registraron en una planilla para luego ser tabulados.



Figura 11. Medición del diámetro basal de tallo de los plantines de retama, durante la investigación en campo, para determinar la calidad de planta.

Fuente: Mamani, 2018.

c) Número de hojas por planta. Se contó todas las hojas del tallo principal por plantín, este procedimiento se realizó para las 80 muestras seleccionadas de los 4 tratamientos y sus respectivas repeticiones, el conteo se realizó cada 15 días a partir del repique durante 165 días y se registraron en una planilla.

Al finalizar el trabajo de campo, con la última toma de datos también se contabilizó las hojas por rama de cada plantín, de las 80 muestras seleccionadas, los datos se registraron en una planilla para posteriormente ser tabulado.

- d) Presencia de yemas axilar o terminal.** Se contó la yema axilar y apical de cada plantín de retama, de las 80 muestras seleccionadas; esto se realizó cada 15 días a partir del segundo mes del inicio de evaluación, donde se observó la aparición de las primeras yemas, las cuales se registraron en la planilla de datos.
- e) Número de ramas laterales.** Para determinar esta variable, se contó el número de ramas del tallo principal por plantín, de las 80 muestras seleccionadas de los 4 tratamientos y sus respectivas repeticiones. La toma de datos fue cada 15 días a partir de la aparición de las primeras ramas las cuales se registraron en la planilla de datos y posteriormente ser tabulados.
- f) Volumen (cc) y longitud radicular (cm).** Para determinar el volumen radicular se retiró la bolsa de polietileno con la ayuda de un estilete, y el sustrato fue desprendido con cuidado para no perder raíces y fue lavado en agua.



Figura 12. Obtención de la raíz al finalizar el trabajo en campo, para determinar la calidad de planta.

Fuente: Mamani, 2018.

Una vez obtenida solo la parte radicular se procedió a sumergir en un vaso precipitado de 250 cc con agua, la cantidad excedente de agua al momento de introducir la raíz fue retirada con una jeringa de 10 cc, y por diferencia se obtuvo el volumen de la raíz. Los datos fueron registrados en una planilla (Anexo 4) para luego ser tabuladas.



Figura 13. Obtención del volumen radicular de los plantines, para determinar la calidad de planta.

Fuente: Mamani, 2018.

Para la longitud de la raíz, se observó el desarrollo de la raíz principal, la presencia de raíces secundarias y el volumen radicular; donde se identificó la raíz principal y larga, la cual se procedió a medir con una regla de 50 cm hasta centésimas de centímetros desde el cuello de la raíz hasta la punta.



Figura 14. Obtención de la longitud radicular de los plantines de retama, para determinar la calidad de planta.

Fuente: Mamani, 2018.

Estos procedimientos se realizaron al concluir la investigación en campo, con la toma de los últimos datos de las 80 muestras seleccionadas.

g) Peso de la planta (aérea y radical) (g). Con la ayuda de un estilete se separó la raíz y parte aérea (hojas y tallo), se registró el peso húmedo de ambas partes con una balanza digital a una precisión de centésimas de gramo.



Figura 15. Obtención del peso húmedo de los plantines de retama, para determinar la calidad de planta.

Fuente: Mamani, 2018.

Para determinar el peso seco de ambas partes, se colocaron las muestras dentro de bolsas de papel (sobres manila) en una estufa de secado, durante 72 horas a 70 °C, y finalmente se obtuvo el peso seco cuando llegó a un peso constante.



Figura 16. Muestras llevadas al secador para obtener la materia seca de los plantines de retama.

Fuente: Mamani, 2018.

Este procedimiento nos ayudó a obtener la materia seca de las 80 muestras seleccionadas de los plantines de retama, la cual fue importante para calcular los índices de calidad morfológica, posteriormente se registraron en una planilla para ser tabuladas.

- h) Índice de lignificación (IL).** Este índice consiste en determinar el porcentaje del peso seco total entre el peso húmedo total de planta, el cual nos permite determinar el porcentaje de lignificación y el nivel de pre acondicionamiento de las plantas, se calculó con la fórmula:

$$IL = \left(\frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\text{Peso húmedo total (g)}} \right) * 100$$

Este parámetro se determinó mediante el índice de lignificación de planta, obtenida mediante la fórmula presentada, y la escala de valores para calificar se presenta a continuación en el Cuadro 2:

Cuadro 2. *Tabla de valores del índice de lignificación y su interpretación*

Variable	Calidad y Rango		
	Alta	Media	Baja
Lignina (%)	>11.33	10-11.33	<10

Fuente: Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010).

5.2.5.2 Índices de calidad morfológica evaluadas en los plantines de retama

Para evaluar la calidad morfológica de los plantines de retama en vivero, se utilizó los siguientes parámetros e índices de calidad:

- a) Índice de biomasa o relación tallo/raíz.** El índice de biomasa refleja el desarrollo de la planta en vivero, una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5 ya que valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta, se relaciona el peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular, se calculó con la siguiente fórmula:

$$RAR = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

Este parámetro se determinó mediante el índice de biomasa, obtenida mediante la fórmula presentada y la escala de valores para calificar se presenta a continuación en el Cuadro 3:

Cuadro 3. *Tabla de valores del índice de biomasa y su interpretación.*

Variable	Calidad y Rango		
	Alta	Media	Baja
Relación biomasa seca aérea / biomasa seca raíz	<2	2-2.4	>2.5

Fuente: Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010).

- b) **Índice de robustez (IR) o coeficiente de esbeltez.** Es un indicador de la supervivencia, la resistencia de la planta a la desecación por el viento, y del crecimiento potencial en sitios secos, se relaciona la altura de planta (cm) y el diámetro del cuello de raíz (mm), se determina con la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$$

Este parámetro se determinó mediante el índice de robustez de planta, obtenida mediante la fórmula ya presentada y la escala de valores para calificar (Latifoliadas) se presenta a continuación en el Cuadro 4:

Cuadro 4. *Tabla de valores del índice de robustez y su interpretación.*

Variable	Calidad y Rango		
	Alta	Media	Baja
Relación altura/ diámetro basal	<6	6-7,9	>8

Fuente: Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010).

- c) **Índice de calidad de dickson (ICD).** Este índice permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra, expresa el equilibrio entre la masa y robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas, se utiliza para predecir el comportamiento en campo, a mayor valor del índice resultará una mejor calidad de planta y con mayor vigor, se calculó con siguiente la fórmula:

$$ICD = \frac{\frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\text{Altura (cm)}}}{\text{Diametro cuello de la raiz (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}$$

El valor obtenido para el índice de calidad de dickson de los plantines de retama se calificó mediante el Cuadro 5:

Cuadro 5. *Tabla de valores del índice de calidad de dickson y su interpretación.*

Variable	Calidad y Rango		
	Alta	Media	Baja
Índice de calidad de Dickson	>0.5	0.2-0.5	<0.2

Fuente: Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010).

5.2.5.3 Análisis económico de la producción de plantines de retama

Se realizó el análisis del costo de producción de las plantas de retama por tratamiento, con las siguientes formulas (Funes 2015):

- *Costo total de producción: Costos fijos + Costos variables*

$$CT = CF + CV$$

- *Costo de producción unitario: Costo total de producción/Número de unidades producidas*

$$CU = \frac{CT}{N^{\circ} \text{ de Unidades Producidas}}$$

- *Precio de venta total: Costo total de producción + Porcentaje de utilidad*

$$PVT = CT + \% \text{ Utilidad}$$

- *Precio de venta unitario: Precio de venta total/Número de unidades producidas*

$$PVU = \frac{PVT}{N^{\circ} \text{ de Unidades Producidas}}$$

- *Costo/Beneficio de producción: Ingreso total de producción/Costo total de producción*

$$B/C = IT/CT$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Características morfológicas de los plantines de retama

6.1.1 Altura de planta (cm)

Los resultados de la evaluación de altura de planta realizada cada 15 días durante 165 días, con cuatro sustratos para determinar la calidad de plantines de retama, se muestran en la Figura 17.

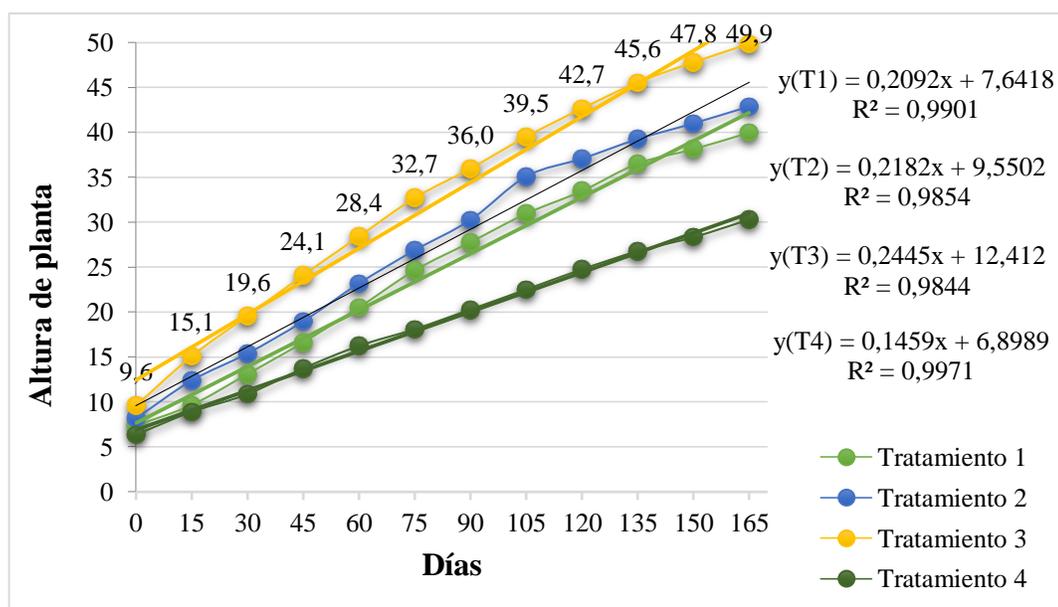


Figura 17. Altura de planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.

Debido a la influencia de los 4 sustratos utilizados en los tratamientos, se puede afirmar que cada sustrato generó un efecto distinto en el crecimiento vertical de cada planta. Al inicio de evaluación después del repique y la ambientación en carpa solar, los 4 tratamientos se desarrollan ascendentemente, donde el tratamiento 3 (*1 Parte de Arena: 1 Parte de Tierra de lugar: 4 Partes de Turba*), inicia con una media de 9,6 cm, seguido del tratamiento 2 con 8,2 cm, tratamiento 1 con 7,4 cm y tratamiento 4 (testigo) con 6,4 cm de altura. Al finalizar la evaluación a los 165 días el tratamiento 3 aumentó significativamente con una media de 49,90 cm, seguido del tratamiento 2 con 42,9 cm, tratamiento 1 con 40 cm y tratamiento 4 (testigo) con 30,3 cm.

6.1.1.1 Análisis de varianza de la altura de planta

El análisis de varianza (ANVA), en la variable altura de planta (cuadro 6), muestra que existe diferencia altamente significativa entre los cuatro tratamientos con un coeficiente de variación de 7,12 %, que indica que los datos son confiables ya que se encuentran por debajo del 30 % (Vicente, 2015).

Cuadro 6. *Análisis de varianza de la altura de planta por tratamiento, para determinar la calidad de plantines de retama.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	790,23	3	263,41	31,26168	0,00001	
Error	101,11	12	8,43			
Total	891,34	15				*

CV = 7,12 %

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.1.2 Prueba duncan de la altura de planta

De acuerdo a la prueba duncan (Cuadro 7), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 presento mayor altura con 49,88 cm, en comparación al resto de los tratamientos.

Cuadro 7. *Prueba duncan (5%), promedio de altura de planta (cm), por tratamiento para determinar la calidad de plantines de retama.*

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	49,88	a
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	42,90	b
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	39,98	b
T4	100% Tierra de Lugar	30,31	c

Como se observa en el cuadro 7 y figura 18, las plantas que obtuvieron mayor altura corresponden al Tratamiento 3 con 49,88 cm, las plantas que alcanzaron valores intermedios fueron los tratamientos T2 con 42,90 cm, T1 con 39,98 cm y T4 con 30,31 cm.

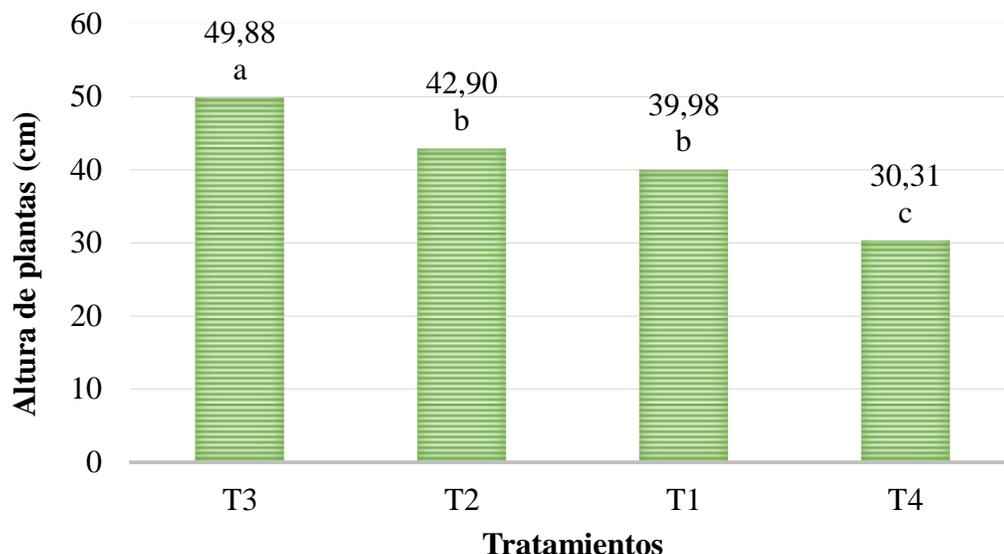


Figura 18. Promedios de la altura de planta (cm), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

Estos resultados indican la existencia de diferencias altamente significativas en la variable altura de planta, debido a los diferentes sustratos utilizados. Según Sáenz *et al.*, (2010) los valores óptimos de altura para plantas en vivero están entre los 15 y 20 cm, para CONAFOR (2009), los valores para Latifoliadas (árboles y arbustos) están entre los 20 y 35 cm en altura. (Figura 18) el Tratamiento 3 con 49,88 cm, T2 con 42,90 cm y T1 con 39,98 cm, no se encuentra entre estos rangos de altura mencionado por los autores. En investigaciones realizadas por Domínguez, L., *et al.*, (2001), Villar, S., *et al.*, (2008) & CNRGF El Serranillo citado por Villar, S. P., *et al.* (2013), briznales de retama con valores recomendados son de 25-35 cm y el valor mínimo recomendado es de 20 cm, esto indicaría que se tiene plantas altas pero delgadas, que no podrían sobrevivir en campo definitivo, en cambio el T4 (testigo) se encontraría en el rango de altura óptima con 30,31 cm de altura, lo que significa que resistiría el trasplante a campo definitivo.

Según Mexal y Landis (1990) citado por Sáenz *et al.* (2010), la altura del plantín es un buen predictor de la altura futura en campo, aunque no lo es para la supervivencia. En investigaciones realizadas con arbustos y árboles como él (*Pinus ponderosa*), los plantines que alcanzaron 16,5 cm tuvieron más supervivencia en campo que las que midieron arriba de 30 cm.

De acuerdo al análisis de suelo (Anexo 7-10) por el IBTEN (2019), los resultados indicaron que el sustrato del tratamiento 3 contenía 0,20 % de Nitrógeno más que el resto de los tratamientos, en cambio T2 con 0,17 % de Nitrógeno, T1 con 0,13 % de Nitrógeno y T4 (testigo) con 0,16 % de Nitrógeno obtuvieron valores medios. Este sería posiblemente un factor que influyó en el desarrollo del plantín, provocando el desarrollo aéreo (tallo y hojas).

6.1.2 Diámetro basal del tallo (mm)

Los resultados de la evaluación para la variable diámetro basal del tallo o cuello de raíz de planta, realizada cada 15 días durante 165 días con cuatro sustratos para determinar la calidad de planta, se muestran en la Figura 19.

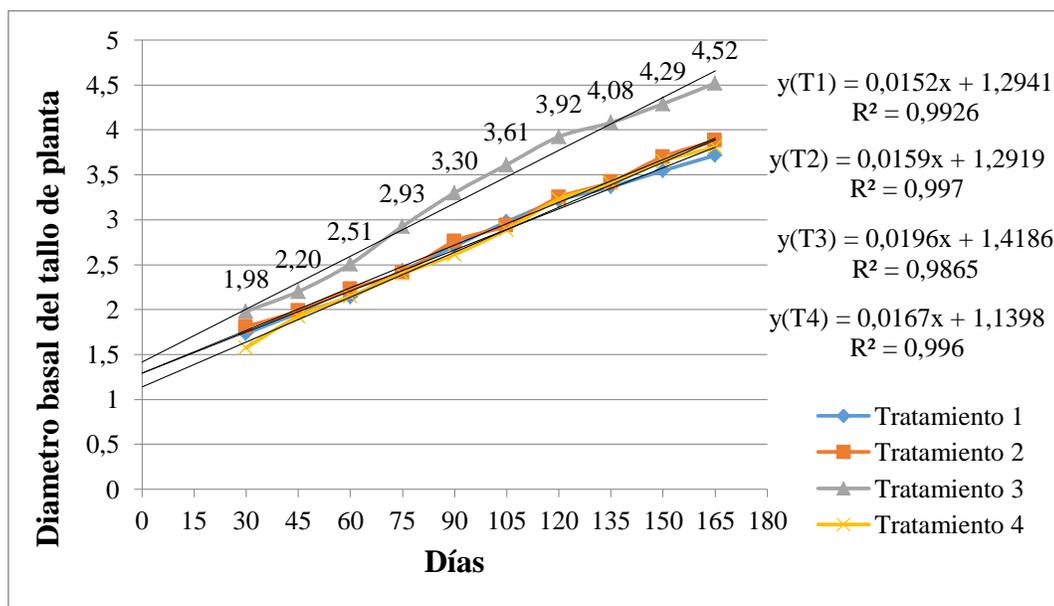


Figura 19. Diámetro basal del tallo de planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.

Debido a la influencia de los 4 sustratos utilizados en los tratamientos, se puede afirmar que cada sustrato generó un efecto distinto en el calibre del diámetro basal de tallo por plantín. Al inicio de evaluación después del repique y la ambientación en carpa solar a los 30 días, el tratamiento 3 (*1 Parte de Arena: 1 Parte de Tierra de lugar: 4 Partes de Turba*), obtuvo una media de 1,98 mm, seguido del tratamiento 2 con 1,81 mm, tratamiento 1 con 1,74 mm y tratamiento 4 (testigo) con 1,58 mm de diámetro basal.

Al finalizar la evaluación a los 165 días el tratamiento 3 aumentó significativamente con una media de 4,52 mm, seguido del tratamiento 2 con 3,88 mm, tratamiento 1 con 3,72 mm y tratamiento 4 (testigo) con 3,81 mm.

6.1.2.1 Análisis de varianza del diámetro basal del tallo de planta

El análisis de varianza (ANVA), para el diámetro basal del tallo (Cuadro 8), muestra que existen diferencias significativas entre los 4 tratamientos utilizados, con un coeficiente de variación del 7,97 %, por encontrarse debajo del 30 % indica que los datos son confiables y refleja el buen manejo en campo.

Cuadro 8. Análisis de varianza del diámetro basal del tallo de planta, por tratamiento para determinar la calidad de plantines de retama.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	1,59	3	0,53	5,27669	0,01495	
Error	1,21	12	0,10			
Total	2,80	15				*

CV = 7,97 %

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.2.2 Prueba duncan del diámetro basal del tallo de planta

De acuerdo a la prueba Duncan (Cuadro 9), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 presento mayor valor con 4,52 mm de diámetro basal de tallo, en comparación al resto de los tratamientos.

Cuadro 9. Prueba duncan (5%), promedio de diámetro basal del tallo (mm), por tratamiento para determinar la calidad de plantines de retama.

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	4,52	a
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	3,88	b
T4	100% Tierra de Lugar	3,81	b
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	3,72	b

Como se ve en el cuadro 9 y la figura 20, las plantas que obtuvieron mayor diámetro basal de tallo fue el tratamiento 3, con un promedio de 4,52 mm, las plantas que alcanzaron valores intermedios fueron los tratamientos T2 con 3,88 mm, T4 con 3,81 mm y T1 con 3,72 mm.

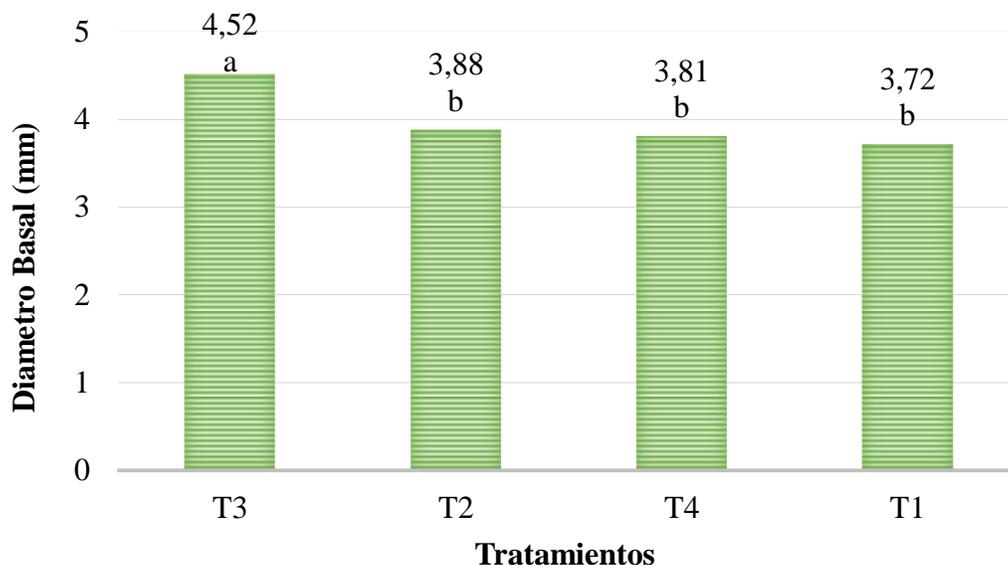


Figura 20. Promedios del diámetro basal de tallo (mm), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

El resultado indica que existe diferencias significativas para la variable diámetro basal del tallo, debido a los diferentes sustratos utilizados, por lo que podemos afirmar que cada tipo de sustrato genero un efecto en el engrosamiento del diámetro.

Según Sáenz *et al.* (2010), los valores óptimos para el diámetro basal de plantas en vivero esta entre los 4 mm o más, para CONAFOR (2009), el rango optimo en diámetro basal esta entre los 4 y 6 mm. (Figura 20), el Tratamiento 3 (1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba) con 4, 52 mm, está entre el rango de calidad óptimo, en cambio el T2 con 3,88 mm, T4 (testigo) con 3,81 mm y el T1 con 3,72 mm, se encontrarían en el rango de calidad medio en diámetro basal.

Domínguez, L., *et al.*, (2001), Villar, S., *et al.*, (2008) & CNRGF El Serranillo citado por Villar, S. P., *et al.* (2013), en investigaciones realizadas con briznales de retama, en diámetro del cuello de raíz (mm) recomiendan valores de 2,5-4 mm y un valor mínimo de 3 mm.

Prieto *et al.* (2009), señala que plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por fauna nociva; y plantas con diámetros menores no son capaces de sostener tallos elongados haciéndolos más vulnerables a sufrir daños.

Estudios realizados por Sáenz *et al.* (2010), con diferentes especies como ser *Pinus greggii*, en relación a la altura de planta con 27,33 cm y en diámetro basal con 4,05 mm; *Cupressus lindleyi* con una altura de 8,51 cm y diámetro basal de 5,5 mm calificaron como calidad alta. En diferentes estudios se ha encontrado que brinzales con mayor diámetro tienen tasas de supervivencia altas (> 80%), y se logra cuando las plantas tienen de 5 a 6 mm de diámetro (Mexal y Landis, 1990 citado por Sáenz, *et al.*, 2010).

El tratamiento 3 (*1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba*) en los plantines de Retama (*Spartium junceum*), obtuvo una media de 4,52 mm, calificando como calidad alta y óptima en diámetro basal, a pesar de que su diámetro es de clase alta, la altura no le favorece porque cuenta con una media de 49,88 cm, lo que indicaría que es una planta delgada con desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, estas plantas podrían estar propensas a doblamiento a causa del viento, una vez que se establezcan a plantación definitiva. Tal comportamiento puede deberse a la condición que se encontró los plantines en vivero, al estar agrupadas el primer efecto que se refleja es la competencia por luz, lo que pudo provocar que las plantas al estar aglomeradas crecieran verticalmente para recibir luz, restringiendo así el crecimiento potencial del diámetro.

De acuerdo al análisis de suelo (Anexo 7-10) por el IBTEN (2019), los resultados indicaron que el sustrato del tratamiento 3 contenía 0,20 % de Nitrógeno más que el resto de los tratamientos, donde T2 con 0,17 % de Nitrógeno, T1 con 0,13 % de Nitrógeno y T4 (testigo) con 0,16 % de Nitrógeno obtuvieron valores medios, este podría ser un factor que influyó en el desarrollo del plantín, provocando el desarrollo aéreo (tallos y hojas).

6.1.3 Número de hojas por planta

Los resultados de la evaluación del número de hojas por planta, realizada cada 15 días durante 165 días con cuatro sustratos para determinar la calidad de planta, se muestran en la Figura 21.

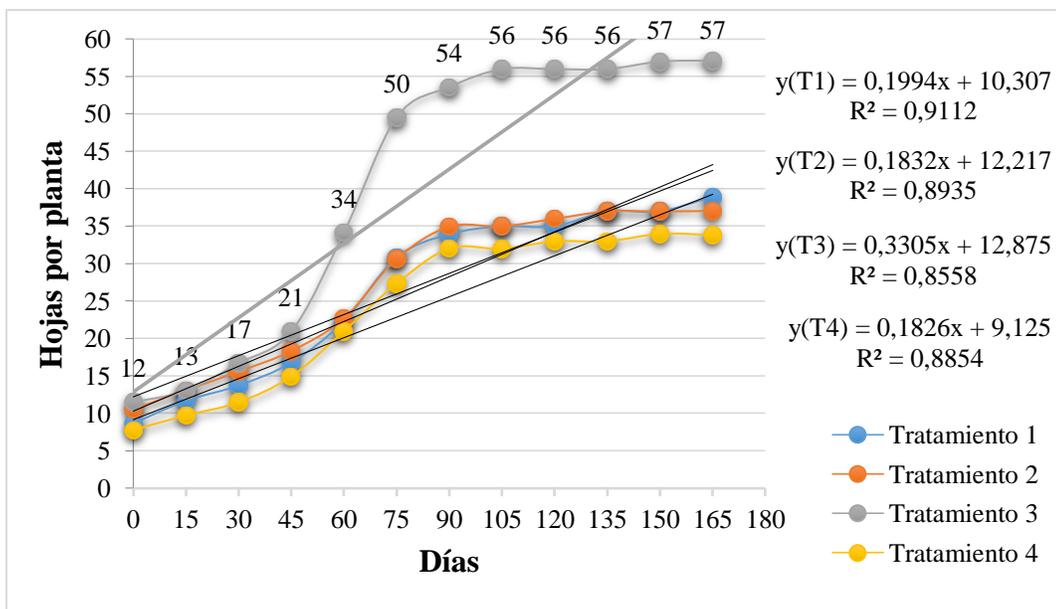


Figura 21. Número de hojas por planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.

Por influencia de los 4 sustratos utilizados en los tratamientos, se puede afirmar que cada sustrato genero un efecto distinto en el desarrollo de hojas por planta. En la evaluación a los 15 días después del repique y la ambientación en la carpa solar, el tratamiento 3 (*1 Parte de Arena: 1 Parte de Tierra de lugar: 4 Partes de Turba*), desarrollo mejor en cuanto al número de hojas por planta con una media de 12 hojas, seguido del tratamiento 2 con 11 hojas, tratamiento 1 con 9 hojas y tratamiento 4 (testigo) con 8 hojas por planta.

Al finalizar la evaluación a los 165 días el tratamiento 3 aumentó significativamente con una media de 57 hojas, seguido del tratamiento 1 con 39 hojas, tratamiento 2 con 37 hojas y tratamiento 4 (testigo) con 34 hojas por planta.

6.1.3.1 Análisis de varianza para el número de hojas por planta

Paras determinar el análisis de varianza (ANVA) del número de hojas por planta, se tomó en cuenta dos factores, uno el número de hojas por tallo principal de planta el cual se evaluó durante toda la investigación en campo durante 165 días, y dos el número de hojas por rama, el cual se tomó datos el ultimo día en campo, se realizó el análisis de varianza y prueba Duncan para ambos casos.

6.1.3.1.1 Análisis de varianza para el número de hojas por tallo principal de planta

El análisis de varianza (ANVA) para esta variable (Cuadro 10), muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos utilizados con un coeficiente de variación del 10,37 %, lo que indica que tuvo un buen manejo en campo y los datos son confiables.

Cuadro 10. Análisis de varianza del número de hojas del tallo principal por planta, por para determinar la calidad de plantines de retama.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	1318	3	439,33	23,42278	2,6419E-05	
Error	225,08	12	18,76			*
Total	1543,08	15				

CV = 10,37 %

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.3.1.2 Prueba duncan para el número de hojas por tallo principal de planta

Prueba Duncan (Cuadro 11), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 presento mayor valor con 57,15 hojas por tallo, en comparación al resto de los tratamientos.

Cuadro 11. Prueba duncan (5%), promedio del número de hojas del tallo principal por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	57,15	a
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	38,95	b
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	37,05	b
T4	100% Tierra de Lugar	33,85	b

En cuadro 11 y figura 22, muestran que las plantas que obtuvieron mayor número de hojas por tallo principal de planta fue el Tratamiento 3, con un promedio de 57,15 hojas por planta, las plantas que alcanzaron valores intermedios fueron los tratamientos T1 con 38,95 hojas, T2 con 37,05 hojas y T4 con 33,85 hojas, lo que indica que el tratamiento 3 sería uno de los mejores sustratos para el desarrollo de las hojas por planta.

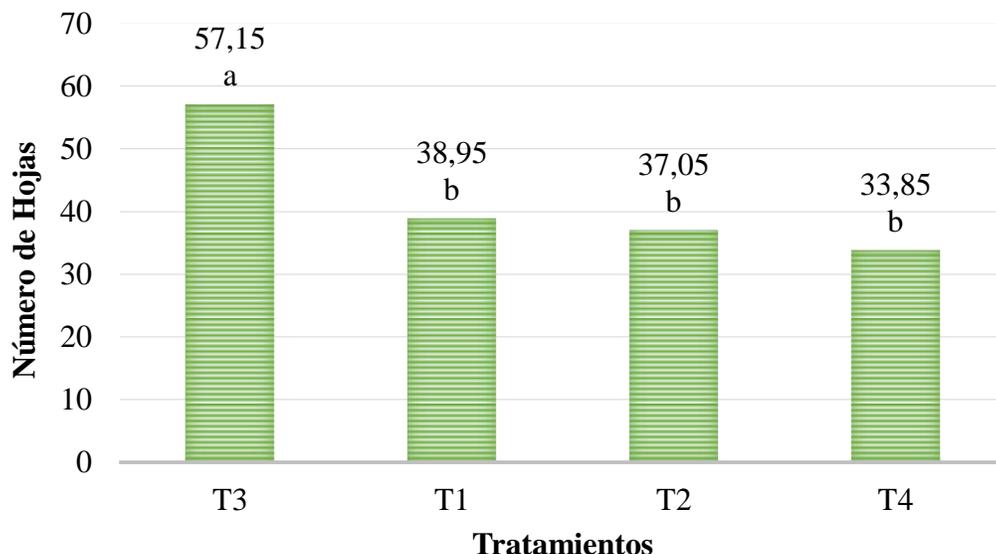


Figura 22. Promedios del número de hojas por tallo principal de planta, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

6.1.3.1.3 Análisis de varianza del número de hojas por rama

Esta variable fue considerada al finalizar el estudio en campo que fue a los 165 días. El análisis de varianza (ANVA) para el número de hojas por rama (cuadro 12), muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos (T1, T2, T3, T4), con un coeficiente de variación del 8,96 %, e indica que los datos son confiables.

Cuadro 12. Análisis de varianza del número de hojas por rama, para determinar la calidad de plantines de retama.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	12,40	3	4,13	6,42487	0,0077	
Error	7,72	12	0,64			
Total	20,12	15				*

$$CV = 8,96 \%$$

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.3.1.4 Prueba duncan del número de hojas por rama

De acuerdo a la prueba Duncan (Cuadro 13), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 presento mayor valor con 10,25 hojas por rama, en comparación al resto de los tratamientos.

Cuadro 13. Prueba duncan (5%), promedio del número de hojas por rama, para determinar la calidad de plantines de retama.

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	10,25	a
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	9,15	ab
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	8,55	bc
T4	100% Tierra de Lugar	7,85	c

Como se observa en el cuadro 13 y la figura 23, la planta que obtuvo mayor número de hojas por rama fue el Tratamiento 3 (1 Arena: 4 Turba: 1 Tierra de Lugar), con un promedio de 10,25 hojas por rama, las plantas que alcanzaron valores intermedios fueron los tratamientos T2 con 9,15 hojas, T1 con 8,55 hojas y T4 con 7,85 hojas, donde se observa una notable diferencia significativa entre los tratamientos.

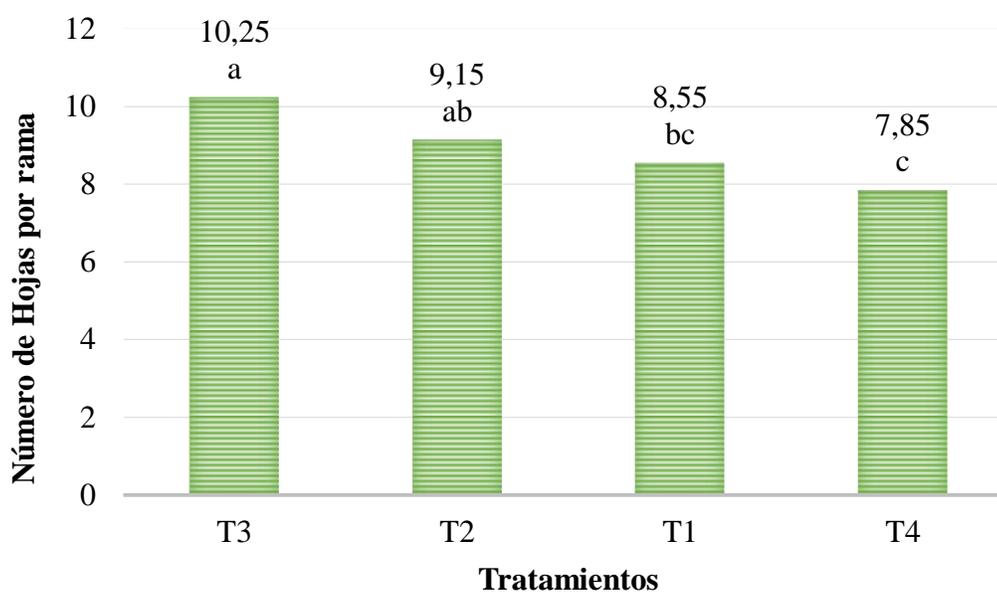


Figura 23. Promedios del número de hojas por rama, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

Escobar (2007), menciona que el número de hojas es una variable morfológica que está en directa relación con la superficie fotosintética de la planta, el tamaño promedio de las hojas es afectado por distintas causas como la concentración de nitrógeno, la densidad del cultivo, la altura de la planta y la resistencia al estrés hídrico durante la fase de endurecimiento.

Aun no se encontraron estudios con esta especie (*Spartium junceum*), donde se hayan evaluado características morfológicas como el número de hojas por planta, pero Patzi (2010), en su investigación donde evalúa dos especies florales (*petunia hibrida*) y (*viola sp.*) con diferentes tipos de sustratos en el vivero municipal de Aranjuez de la ciudad de La Paz, obtiene como resultado que la combinación de turba 3.5, tierra negra 2.5, estiércol 1, arena 2 y tierra vegetal 8, proporciono la combinación adecuada para que la planta de pensamiento tenga mayor número de hojas con 38 hojas por planta y el número menor con 28 hojas.

El concepto de utilizar como una variable de calidad el número de hojas es poco consistente, al menos en plantaciones de otoño e invierno, este parámetro puede ser más adecuado para utilizar en el trópico o en plantas que se plantan en plena actividad fisiológica pero no en aquellas en que se detiene el crecimiento (Sáenz *et al.*, 2010).

Lo que sí está claro es que a mayor cantidad de hojas, mayor será la fotosíntesis, por lo tanto se tendrá mayor desarrollo de la planta a futuro, donde el sustrato puede influir en el porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de las plantas, por lo tanto los cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) tuvieron las características necesarias para desarrollar la parte del follaje (hojas).

Prieto *et al.* (2009), indica que el nitrógeno estimula el crecimiento del follaje y su deficiencia origina follaje amarillento e insuficiente. De acuerdo al análisis de suelo (Anexo 7-10) por el IBTEN (2019), los resultados indicaron que el sustrato del tratamiento 3 contenía 0,20 % de Nitrógeno más que el resto de los tratamientos, donde T2 con 0,17 % de Nitrógeno, T1 con 0,13 % de Nitrógeno y T4 (testigo) con 0,16 % de Nitrógeno obtuvieron valores medios, donde fue un factor importante que influencio en el desarrollo del plantín, provocando el desarrollo de hojas.

6.1.4 Presencia de yemas por planta

La evaluación de la presencia de yemas por planta, fue realizada a partir de la aparición de las primeras yemas, se contabilizó cada 15 días durante 150 días, los resultados se muestran en la Figura 24.

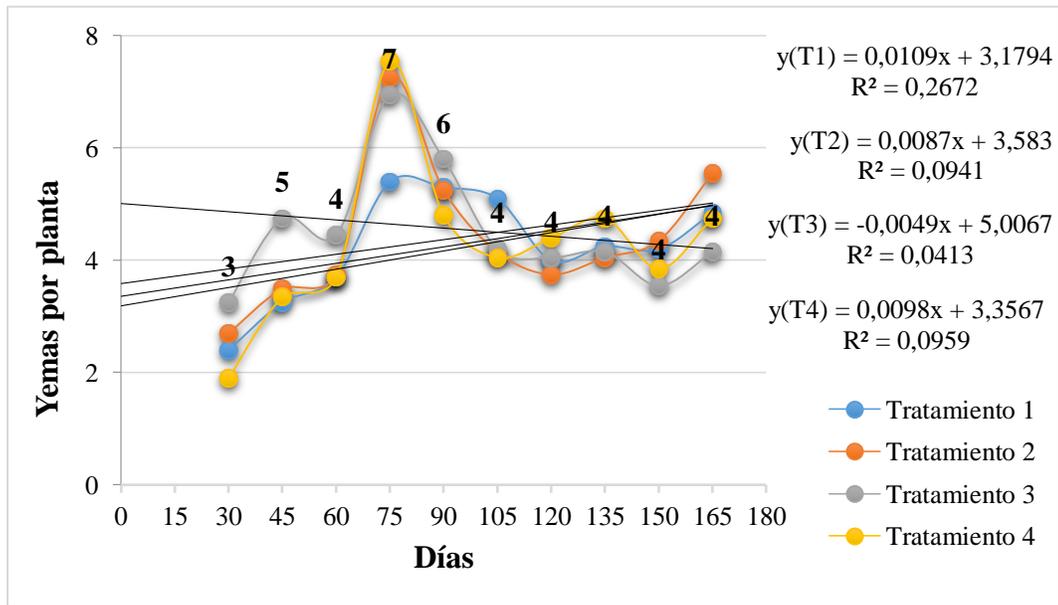


Figura 24. Número de yemas por planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.

Por influencia de los 4 sustratos utilizados en los tratamientos, se puede afirmar que cada sustrato genero un efecto distinto en el desarrollo de yemas por planta. Al inicio de evaluación la presencia de yemas fue a los 30 días después del repique, el tratamiento 3 (*1 Parte de Arena: 1 Parte de Tierra de lugar: 4 Partes de Turba*), obtuvo un mejor desarrollo con una media de 3 yemas, seguido del tratamiento 2 con 3 yemas, tratamiento 1 con 2 yemas y tratamiento 4 (testigo) con 2 yemas por planta. A los 75 días de evaluación el tratamiento 3 presento una media de 7 yemas por planta, continuando con el tratamiento 2 con 7 yemas, tratamiento 1 con 5 yemas y tratamiento 4 (testigo) con 8 yemas por planta, posteriormente fue disminuyendo la presencia de yemas, a consecuencia del crecimiento de ramas. Al finalizar la evaluación a los 165 días el tratamiento 3 desarrollo yemas pero no fue significativo, con una media de 4 yemas, tratamiento 1 con 5 yemas, tratamiento 2 con 6 yemas y tratamiento 4 (testigo) con 5 yemas por planta.

6.1.4.1 Análisis de varianza del número de yemas por planta

El análisis de varianza (ANVA) para el número de yemas por planta (cuadro 14), muestra que no existe diferencia significativa entre los 4 tratamientos utilizados, con un coeficiente de variación del 27,42 %, e indica que los datos son confiables.

Cuadro 14. *Análisis de varianza del número de yemas por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	3,95	3	1,32	0,75238	0,54181	
Error	21,00	12	1,75			
Total	24,95	15				ns

CV = 27,42 %

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.4.2 Prueba duncan del número de yemas por planta

De acuerdo a la prueba Duncan (Cuadro 15), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 2 presento mayor valor con 5,55 yemas, en comparación al resto de los tratamientos.

Cuadro 15. *Prueba duncan (5%), promedio del número de yemas por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.*

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	5,55	a
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	4,85	a
T4	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	4,75	a
T3	100% Tierra de Lugar: 0 Arena: 0 Turba	4,15	a

Como se observa en el cuadro 15 y figura 25, el Tratamiento 2 (1 Arena: 3 Turba: 1 Tierra de Lugar), obtuvo mayor número de yemas por planta con un promedio de 5,55 yemas, sin embargo se observa una diferencia no significativa entre los tratamientos T1 con 4,85 yemas, T4 con 4,75 yemas y T3 con 4,15 yemas; indicando que el sustrato de los 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4) no causo un mayor efecto en la presencia de yemas en las plantas de retama.

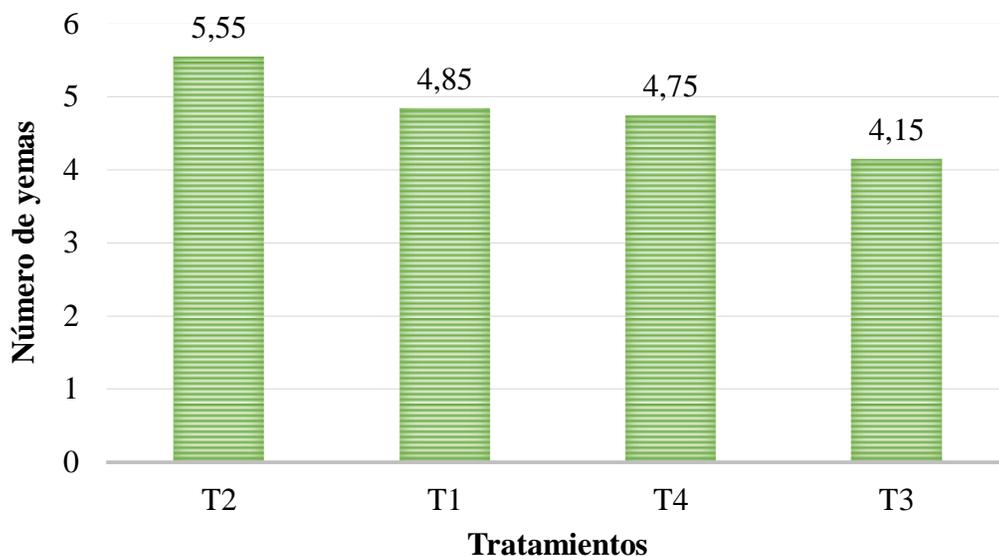


Figura 25. Promedios del número de yemas por planta, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

El resultado (Figura 25) indica que el tratamiento 2 con 5,55 yemas estadísticamente cuenta con un número mayor de yemas por planta, pero que no es significativo en comparación al resto de los tratamientos, la presencia de yema indica que la planta tiene poco crecimiento activo, porque el endurecimiento del brinjal favorece la formación de la yema principal y es un indicador de crecimiento y cambios fisiológicos, esto influenciara posteriormente en el desarrollo de la planta. Según Thompson (1985) citado por Mexal (2012), mencionan que el tamaño de la yema terminal sí importa porque es una “promesa” del crecimiento potencial de un plantín después que se planta a campo definitivo. Prieto *et al.*, (2009), indica que en la etapa de pre acondicionamiento o endurecimiento, aplicar riegos fuertes para generar tensión hídrica en las plantas, reduce el crecimiento y contribuye la formación de yemas. Lo que explicaría el poco desarrollo de las yemas en los plantines de retama, porque el riego se realizó día por medio, por ser una planta resistente a sequias (rustica) no necesita de un riego constante.

6.1.5 Número de ramas principales por planta

Los resultados de la evaluación del número de ramas principales por planta, realizada cada 15 días durante 165 días con cuatro sustratos para determinar la calidad de planta se muestran en la Figura 26.

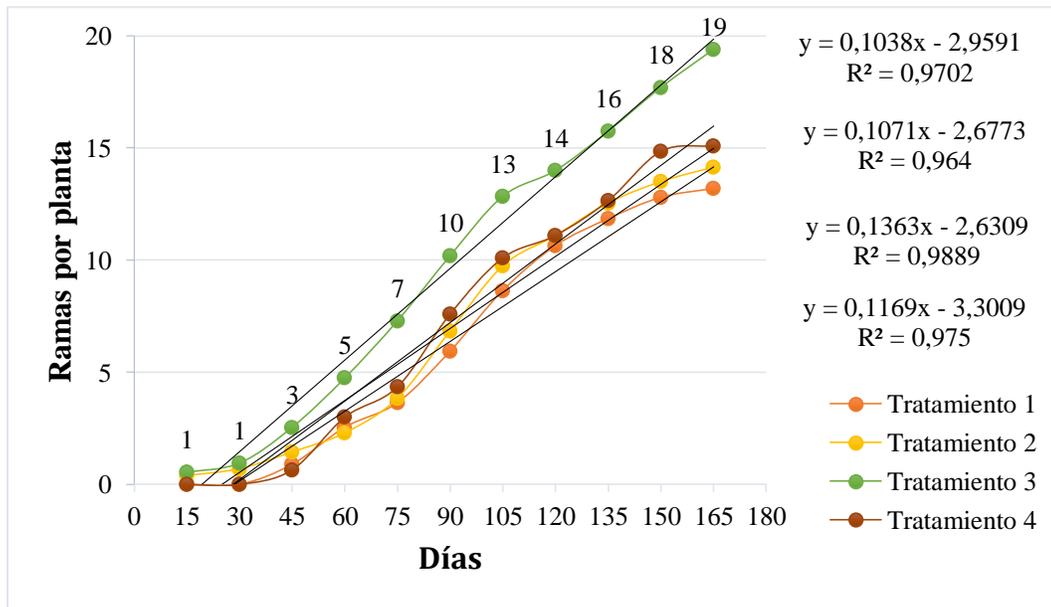


Figura 26. Número de ramas por planta evaluada durante la investigación en campo, para determinar la calidad de plantines de retama.

Por influencia de los 4 sustratos utilizados en los tratamientos, se puede afirmar que cada sustrato generó un efecto distinto en el desarrollo y crecimiento de ramas por plantín. En la evaluación a los 15 días después del repique y la ambientación en la carpa solar, el tratamiento 3 (*1 Parte de Arena: 1 Parte de Tierra de lugar: 4 Partes de Turba*), mostró un buen desarrollo en ramas principales con una media de 1 rama por planta, donde el tratamiento 2, tratamiento 1 y tratamiento 4 (testigo) no presentaron ninguna rama. Debido a que en esa etapa se encontraban desarrollando yemas (futuras ramas). Al finalizar la evaluación a los 165 días el tratamiento 3 desarrolló ramas pero no fue significativo, estadísticamente contó con una media de 19 ramas, tratamiento 2 con 14 ramas, tratamiento 1 con 13 ramas y tratamiento 4 (testigo) con 15 ramas principales por planta.

6.1.5.1 Análisis de varianza para el número de ramas principales por planta

El análisis de varianza (ANVA), para el número de ramas principales por planta (cuadro 16), muestra que existe diferencia estadística entre medias, pero no existe diferencia significativa entre los 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4) con un coeficiente de variación del 19,82 %, lo que indica que los datos son confiables y se tuvo un buen manejo en campo.

Cuadro 16. *Análisis de varianza del número de ramas laterales por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	89,91	3	29,97	3,19076	0,06272	
Error	112,71	12	9,39			
Total	202,62	15				ns

CV = 19,82 %

Dónde: FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.5.2 Prueba duncan para el número de ramas principales por planta

De acuerdo a la prueba Duncan (Cuadro 17), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 presento mayor valor con una media de 19,40 ramas principales por planta. Existe una diferencia estadística entre las medias de los tratamientos (T1, T2, T3, T4) sin embargo, se observa una diferencia no significativa en la variable número de ramas por planta entre tratamientos.

Cuadro 17. *Prueba duncan (5%), promedio de ramas principales por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.*

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	19,40	a
T4	100 % Tierra de Lugar	15,10	ab
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	14,15	b
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	13,20	b

Como se ve en el cuadro 17 y figura 27, las plantas que obtuvieron mayor número de ramas fue el tratamiento 3 (1 Arena: 4 Turba: 1 Tierra de Lugar), con un promedio de 19,40 ramas por planta, seguido de los tratamientos T4 (testigo) con 15,10 ramas, T2 con 14,15 ramas y T1 con 13,20 ramas, lo que influenciara posteriormente en el desarrollo de la planta, porque la presencia de ramas favorece la formación de nuevas hojas, yemas apicales y es un indicador del crecimiento de planta.

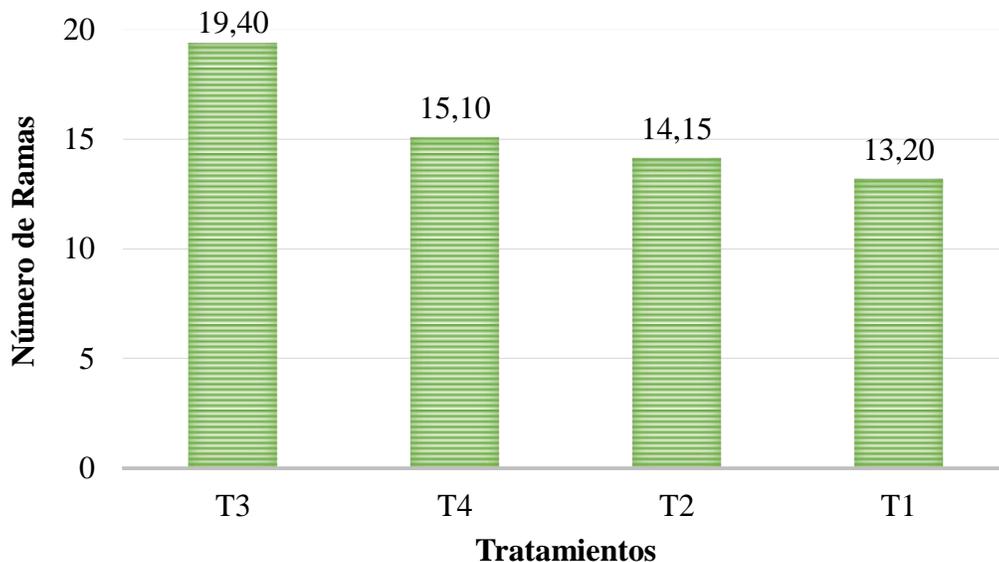


Figura 27. Promedios del número de ramas por planta, por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

El tratamiento 3 con 19,40 ramas fue el que mejor resultado obtuvo con una notable presencia de ramas por planta, pero al aumentar el número de ramas disminuyen las yemas axilares, como paso con la variable número de yemas por planta, donde tratamiento 2 tuvo mejor resultado con 5,55 yemas y el tratamiento 3 quedó con 4,15 yemas; es por ello que las variables número de yemas y número de ramas por planta no fue significativa en ANVA y la prueba duncan. Aun no se ha podido evidenciar investigaciones donde se hayan evaluado como una variable morfológica o de calidad el número de ramas por planta, en especial para esta especie (*Spartium junceum*), pero queda como un dato importante para futuras investigaciones.

6.1.6 Longitud radicular (cm)

6.1.6.1 Análisis de varianza de la longitud radicular por planta

Esta variable fue considerada al finalizar el estudio en campo que fue a los 165 días. El análisis de varianza (ANVA) para la longitud de raíz (cuadro 18), muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos T1, T2, T3, T4, con un coeficiente de variación del 3,69 %, lo que indica que tuvo un buen manejo en campo y el dato es confiable.

Cuadro 18. *Análisis de varianza de la longitud de raíz de planta, para determinar la calidad de plantines de retama.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	107,92	3	35,97	45,54867	7,8315E-07	
Error	9,48	12	0,79			*
Total	117,40	15				

CV = 3,69 %

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.6.2 Prueba duncan de la longitud radicular por planta

De acuerdo a la prueba duncan (Cuadro 19), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 (1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba) presento mayor valor con una media de 27,85 cm de longitud radicular, en comparación al resto de los tratamientos.

cuadro 19. *Prueba duncan (5%), de la longitud de raíz por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.*

Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	27,85	a
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	24,88	b
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	22,55	c
T4	100 % Tierra de Lugar	20,95	d

Como se observa en el cuadro 19 y figura 28, la planta que obtuvo mayor longitud radicular fue el tratamiento 3 (1 Arena: 4 Turba: 1 Tierra de Lugar), con un promedio de 27, 85 cm, seguido del tratamiento 2 con 24,88 cm, tratamiento 1 con 22,55 cm y tratamiento 4 (testigo) con 20,95 cm en longitud de raíz, esto influenciara posteriormente en la relación tallo/raíz.

Por influencia de los 4 sustratos utilizados en los tratamientos, se puede afirmar que cada sustrato genero un efecto distinto en el desarrollo y crecimiento radicular por planta, entre más grande sea el sistema radical de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes

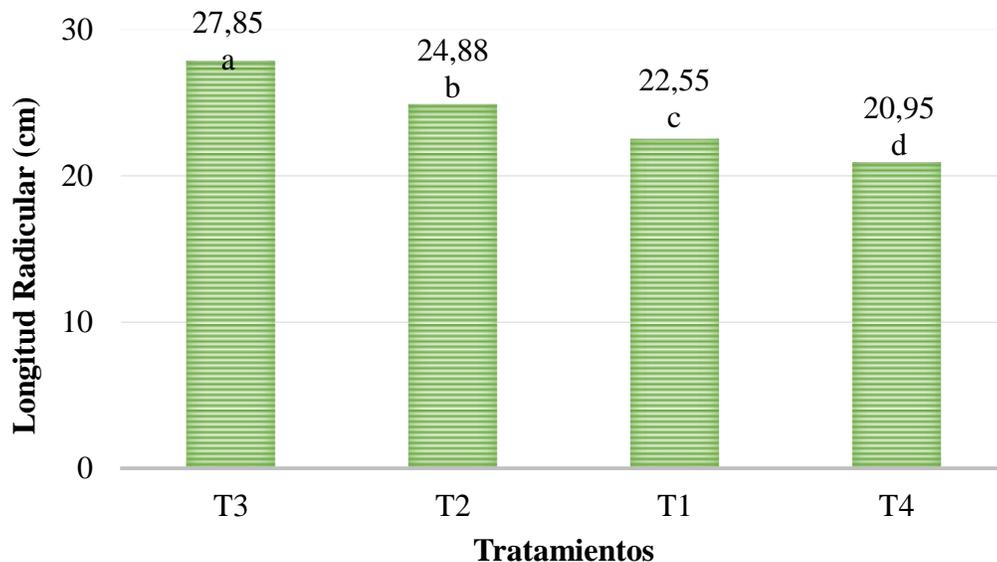


Figura 28. Promedios de la longitud de raíz (cm), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

Prieto *et al.*, (2009), indica que la raíz principal debe ser recta, con raíces secundarias fibrosas y abundantes puntos de crecimiento de color blanco lechoso. (Van, 1983 citado por Prieto *et al.*, 2003), la abundante emisión de raíces demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento después de la plantación, emitiendo nuevas raíces, las cuales iniciarán el proceso de absorción de agua. (Figura 28), el tratamiento 3 se encuentra entre estas características con una media de 27,85 cm de longitud de raíz principal, abundante raíz secundaria, con presencia de micorrizas, seguido del tratamiento 2 con 24,88 cm, tratamiento 1 con 22,55 cm, y tratamiento 4 con 20,95 cm de longitud de raíz principal y presencia de raíz secundaria de color blanco lechoso.

González (1995), citado por Sáenz *et al.* (2010), menciona que entre más grande sea el sistema radical de planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes. Según Escobar (2007), la longitud y la forma del sistema radicular en un mismo contenedor, está determinada por la técnica de propagación utilizada, si son plantas producidas a partir de semillas desarrollan sistemas radiculares de mayor longitud, y plantas obtenidas a partir de estacas, crecen raíces desde la base de estas.

En una investigación donde evalúan el crecimiento radical de plántones de retama *sphaerocarpa*, *pistacia terebinthus* y *olea europaea* durante el período húmedo del año, realizada por Sarda *et al.*, (2005), obtuvieron como resultado en promedio, que la elongación radical de *R. sphaerocarpa* fue 3 y 6 veces mayor que la del olivo y el terebinto, respectivamente. En la retama, la elongación de las raíces no se detuvo durante el invierno siendo el crecimiento medio durante las semanas más frías (mediados de diciembre a mediados de febrero) de 0.80 mm día⁻¹. Para los productores de plantas en el mundo, esta probablemente sea la variable morfológica de mayor importancia.

6.1.7 Volumen radicular (cc)

6.1.7.1 Análisis de varianza del volumen radicular por planta

Esta variable fue considerada al finalizar el estudio en campo que fue a los 165 días. El análisis de varianza (ANVA) del volumen radicular por planta (cuadro 20), muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos T1, T2, T3, T4, con un coeficiente de variación del 19,24 %, resultado que indica que se hizo un buen manejo en campo.

Cuadro 20. Análisis de varianza del volumen radicular por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	0,05
Tratamiento	41,05	3	13,68	8,31434	0,00293	
Error	19,75	12	1,65			
Total	60,79	15				*
CV = 19,24 %						

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado medio); F (f calculado); p-valor (Niveles de significancia); NS (No significativo); * (Significativo) y CV (Coeficiente de variación).

6.1.7.2 Prueba duncan del volumen radicular por planta

De acuerdo a la prueba Duncan (Cuadro 21), con un nivel de significancia del 5 %, el tratamiento 3 (*1 Arena: 4 Turba: 1 Tierra de Lugar*), presento mayor valor con 8,90 cc en volumen de raíz, en comparación al resto de los tratamientos.

Cuadro 21. Prueba duncan (5%), promedio del volumen radicular por planta, para determinar la calidad de plantines de retama.

Número de Tratamiento	Componentes del sustrato	Medias	Duncan 5 %
T3	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 4 Turba	8,90	a
T2	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 3 Turba	7,48	a
T1	1 Tierra de Lugar: 1 Arena: 2 Turba	5,25	b
T4	100 % Tierra de Lugar	5,05	b

Como se observa en el cuadro 21 y figura 29, la planta que obtuvo mayor volumen radicular fue el tratamiento 3 (1 Arena: 4 Turba: 1 Tierra de Lugar), con un promedio de 8,90 cc, seguido del tratamiento 2 con 7,48 cc; las plantas que alcanzaron valores intermedios fueron los tratamientos 1 con 5,25 cc y T4 con 5,05 cc, en volumen de raíz.

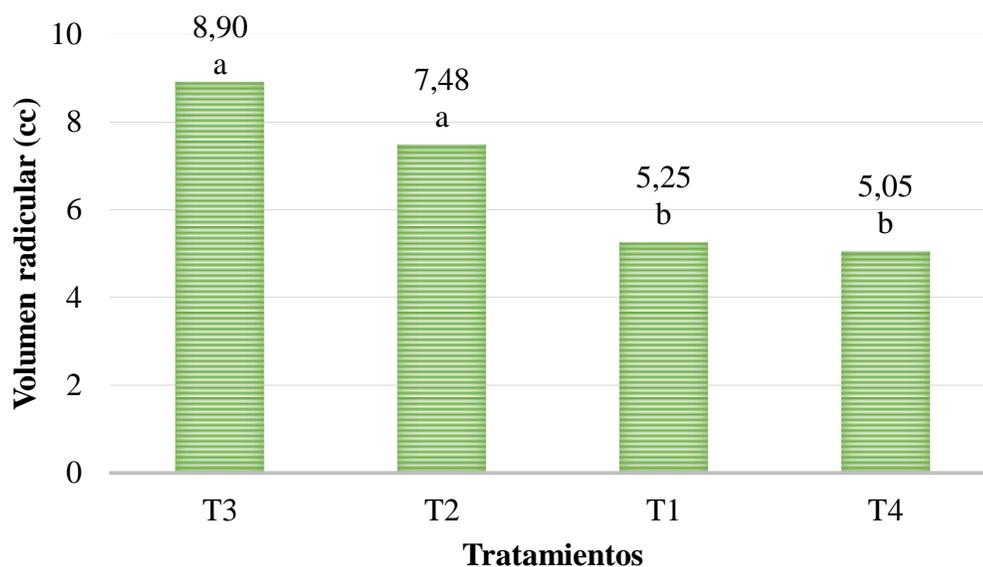


Figura 29. Promedios del volumen de raíz (cc), por influencia de los sustratos utilizados por tratamiento.

Para Gonzales (1995) citado por Prieto *et al.*, (2009), un envase apropiado, la altura, diámetro basal influyen en el volumen de raíz. CONAFOR (2009), indica que las características adecuadas de raíz para todo tipo de plantas, debe presentar un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin malformaciones o nudos, y abundantes puntos de crecimiento. Para Quiroz *et al.* (2009), un mayor número de raíces laterales y mayor longitud de raíz principal, significa un aumento en la estabilidad de planta, y una mayor fibrosidad conduce a mayor capacidad de

absorción y contacto suelo-raíz. Los plantines de Retama del tratamiento 3 (Figura 29) presentan estas cualidades, con un promedio de 8,90 cc, un volumen radicular superior a los otros tratamientos, seguido del T2 con 7,48 cc; T1 con 5,25 cc y T4 con 5,05 cc, debido a que el T3 presentan un grado de lignificación alto con una media de 24,6 calificando como calidad Alta, le permitió enraizar y obtener un mayor volumen radicular por lo que son más eficientes en el enraizamiento y las partes apicales de planta como lo menciona (López & Mateo, 2010 citado por Mamani, 2017).

6.1.8 Índice de lignificación

Esta variable fue considerada al finalizar el estudio en campo a los 165 días, los valores obtenidos y su interpretación en cuanto la calidad obtenida se ven en el Cuadro, 22.

Cuadro 22. Índice de lignificación (IL) obtenido según los tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.

Índice de Lignificación (IL)	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Rango	33,9	32,0	24,6	32,6
Calidad	Alta	Alta	Alta	Alta

A partir de los parámetros de calidad sugeridos por Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010), considera calidad Alta valores >11,3; calidad Media de 10-11,33 y calidad Baja medias < 10. Según Prieto *et al.* (2009), los valores óptimos de lignina presentes en coníferas están entre 25 y 30%, para Díaz, Vaz (2003) citado por Orozco (2010), la lignina debe estar presente en un 25 a 31% en coníferas y en 17 a 26% en Latifoliadas (árboles y arbustos).

Los valores de Índice de lignificación (Cuadro 22) para los plantines de Retama por tratamiento son de 33,9 para T1; 32,0 para T2; 24,6 para T3 y 32,6 para T4; donde los 4 tratamientos obtuvieron valores entre los rangos propuestos por los autores mencionados. Este índice es importante ya que la lignificación del tallo le provee soporte a la planta ante el estrés hídrico y los cambios ambientales, lo que significa que las plantas de retama podrían resistir a las nuevas condiciones de ambiente donde serán plantadas.

Sáenz *et al.* (2010), también indica que la lignina incentiva la aparición de la yema apical e inicia mecanismos de resistencia a sequías y bajas temperaturas, lo cual ayuda a un pre acondicionamiento de las plantas.

En caracterización morfológica evaluada según las medias obtenidas por tratamiento y variables (Anexo 5), el tratamiento 3 presento valores óptimos en la mayoría de las características morfológicas, calificando como calidad Alta en índice de lignificación. La composición del T3 (1 Arena: 4 Turba: 1 Tierra de Lugar) mejoro los atributos morfológicos de los plantines de retama favoreciendo el desarrollo aéreo como la altura, diámetro basal, número de hojas, numero de yemas por planta, también tuvo un buen desarrollo en longitud y volumen de raíz.

6.2 Índices de calidad morfológica de los plantines de retama

Las variables para determinar la calidad morfológica se consideraron al finalizar el estudio en campo a los 165 días.

6.2.1 Índice de biomasa o índice de tallo/raíz

El Cuadro 23, muestra los valores obtenidos y su interpretación en cuanto a la calidad obtenida en Índice de Biomasa, la que se detalla a continuación:

Cuadro 23. *Índice de biomasa (IB) obtenido según los tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.*

Índice de Biomasa (IB)	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Rango	1,7	1,4	1,3	2,4
Calidad	Alta	Alta	Alta	Media

A partir de los parámetros de calidad sugeridos por Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010), se consideró que valores <2 son de calidad Alta, de 2-2,4 calidad Media y valores >2,5 son de calidad Baja.

Los valores del Índice de biomasa (Cuadro 23) de los plantines de retama por tratamiento son: de 1,7 para T1; 1,4 para T2; y 1,3 para T3 calificando como calidad Alta, en cambio el T4 (testigo) con una media de 2,4 califico como calidad Media, los 4 tratamientos obtuvieron valores entre los rangos propuestos por los autores, lo que indica desde el punto de vista fisiológico, que el tamaño y volumen de raíz es suficiente para sostener la parte aérea, son plantas con una buena proporción entre el sistema radicular y la parte aérea, con un buen sistema radical suficiente que proveerá de energía, nutrientes y agua para el desarrollo aéreo de la planta, lo que refleja que tendrá un buen desarrollo en campo.

Para Thompson (1985), citado por Sáenz *et al.* (2010), un cociente de ésta relación no debe ser mayor a 2.5, particularmente cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación. Para Rodríguez, (2008), citado por Tinoco y Ramirez, (2014), una relación igual a uno significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea, pero si es menor a uno entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea, una buena relación debe fluctuar entre 1,5 y 2,5, porque valores mayores indican desproporción en un sistema radical.

6.2.2 Índice de robustez o coeficiente de esbeltez

En el Cuadro 24, se muestra los valores obtenidos y su interpretación en cuanto a la calidad obtenida sobre el índice de Robustez de acuerdo a los rangos de calificación de Sáenz *et al.* (2010) con aportaciones de Santiago *et al.* (2007) y CONAFOR (2009), la que se detalla a continuación:

Cuadro 24. *Índice de robustez (IR) obtenido según los tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.*

Índice de Robustez (IR)	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Rango	10,8	11,1	11,1	8,0
Calidad	Baja	Baja	Baja	Media

A partir de los parámetros de calidad sugeridos por Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010), el índice de robustez para latifoliadas (árboles y arbusto) con valores <6 son de calidad Alta, de 6-7,9 calidad Media y valores >8 son de calidad Baja.

Según el resultado (Cuadro 24), indica que el tratamiento T4 con una media de 8, obtuvo una calificación de calidad Media, los tratamientos T1 (10,8); T2 (11,1) y T3 (11,1), muestran un valor alto calificándolos como calidad Baja entre los rangos propuestos por los autores mencionados. Los 4 tratamientos en relación al índice de robustez obtuvieron valores altos debido al excesivo crecimiento en altura de planta, estos resultados influenciaran posteriormente en el desarrollo del tallo. Como indica Sáenz *et al.* (2010), valores bajos (menor a seis) son de mejor calidad de planta, porque serán más robustas, de tallo vigoroso, resistentes al viento y sobrevivirán en sitios secos; en cambio valores altos indican una desproporción entre el crecimiento en altura y diámetro, pueden llegar a ser tallos elongados con diámetros delgados, y frágiles que sufrirían daños por el viento, la sequía y helada. Se asume que en esta etapa de vivero es normal encontrar este fenómeno, pues las plantas se desarrollan más en altura que en diámetro por el hecho de encontrarse agrupadas las obliga a competir por luz solar, acelerando su crecimiento en altura y reprimiendo su desarrollo en diámetro como menciona (Tinoco y Ramírez, 2014). Este fenómeno puede resultar ventajoso económicamente para el productor, ya que el objetivo es obtener plantas con ciertas alturas en el menor tiempo posible, para así llevarla al lugar de plantación y reducir costos; sin embargo, morfológicamente esto puede afectar en la calidad de la planta.

6.2.3 Índice de calidad de dickson

En el Cuadro 25, se muestra los valores obtenidos y su interpretación en cuanto a la calidad obtenida en índice de calidad de Dickson de acuerdo a los rangos de calificación de Sáenz *et al.* (2010), Santiago *et al.* (2007) y CONAFOR (2009), la que se detalla a continuación:

Cuadro 25. *Índice de calidad de dickson (ICD) obtenido según lo tratamientos en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.*

Índice de Calidad de Dickson (ICD)	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Rango	0,2	0,3	0,3	0,2
Calidad	Media	Media	Media	Media

A partir de los parámetros de calidad sugeridos por Santiago *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz *et al.* (2010), los rangos de calidad de Dickson valores $>0,5$ son considerados de calidad Alta, de 0,2-0,4 calidad Media y valores $<0,2$ son de calidad Baja.

El resultado (Cuadro, 25), indica que los 4 tratamientos con un valor de 0,2 para T1; 0,3 para T2; 0,3 para T3 y 0,2 para T4, obtuvieron una calificación de calidad Media, comparando con los rangos de calidad ya mencionado. Este índice es el mejor parámetro para determinar la calidad de planta, que nos ayuda a predecir el comportamiento a futuro en campo. Sáenz *et al.* (2010), indica que este índice expresa el equilibrio de la masa y robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas. Estudios realizados con diferentes especies de coníferas, como *P. halepensis*, se obtuvieron valores de ICD entre 0.3 y 0.5 con la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización y se calificaron como calidad Alta (Oliet, 1995 citado por Sáenz *et al.*, 2010).

De acuerdo al análisis de suelo (Anexo 7-10) por el IBTEN (2019), los resultados indicaron que el sustrato del tratamiento 3 contenía 0,20 % de Nitrógeno más que el resto de los tratamientos, donde T2 con 0,17 % de Nitrógeno, T1 con 0,13 % de Nitrógeno y T4 (testigo) con 0,16 % de Nitrógeno obtuvieron valores medios, este fue un factor importante que influencio en el desarrollo del plantín, provocando el desarrollo de la parte aérea de la planta. Donde Prieto *et al.* (2009), menciona que el nitrógeno estimula el crecimiento del follaje.

En la comparación de los valores obtenidos en los índices de calidad morfológicos (Anexo, 6), el índice de Biomasa, índice de Robustez y el índice de calidad de Dickson, para los 4 tratamientos fueron de calidad Media, debido al crecimiento aéreo excesivo con respecto al crecimiento radical, tal vez originado por concentraciones excesivas de uno u otro nutriente. Es evidente, que el balance de nutrientes es primordial e importante, porque las concentraciones altas de nitrógeno estimularon el crecimiento de la parte aérea, pero no favorecieron al desarrollo del diámetro basal (Tallo).

6.3 Análisis económico de la producción de plantines de retama

El análisis económico consistió en el cálculo de los costos de producción (Anexos 11-14), y el costo de producción unitario, precio de venta unitario, precio de venta total y el beneficio costo de producción, por tratamiento utilizado en la investigación.

Para el precio de venta unitario de los plantines de retama se consideró un monto de Bs 5, y para el cálculo del precio de venta total se consideró un lote de 100 plantines de retama por tratamiento, teniendo así Bs 500 como precio de venta total por tratamiento utilizado.

De acuerdo al análisis económico por tratamiento, se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 26):

Cuadro 26. *Análisis económico realizado por tratamiento, en respuesta al sustrato utilizado para determinar la calidad de plantines de retama.*

Análisis económico	Tratamientos			
	1	2	3	4
Costo total de producción (Bs)	256,16	257,04	257,92	255,28
Costo de producción unitario (Bs)	2,56	2,57	2,58	2,55
Precio de venta total (Bs)	500	500	500	500
Beneficio costo de producción (Bs)	1,95	1,95	1,94	1,96

(Cuadro 26), en relación al beneficio costo de producción de los cuatro tratamientos utilizados para la determinar la calidad de plantines de retama, se estableció que son rentables, donde el tratamiento 1 con un beneficio costo de 1,95; tratamiento 2 con 1,95; tratamiento 3 con 1,94; nos indica que se obtiene una ganancia de Bs 0,90 por cada Bs 1 invertido, respectivamente; en cambio el tratamiento 4 con un beneficio costo de 1,96 se obtiene una ganancia de Bs 1 por cada Bs 1 invertido,

Funes (2015), indica que si el beneficio costo sale mayor a uno es rentable, en cambio si sale menor a uno no se obtienen ganancias, y si sale igual a 1 solo se está recuperando el capital invertido. Por lo tanto, se determinó que los cuatro tratamientos utilizados para producir plantines de retama y de calidad, con la turba como componente de un sustrato es rentable, desde el punto de vista de producción a mayor escala, ya que la turba se adquiere a un precio accesible para los productores en viveros.

7. CONCLUSIONES

En base a los objetivos plateados del presente trabajo de investigación se concluye que:

En características morfológicas el tratamiento 3 (*1 Arena, 4 Turba, 1 Tierra de Lugar*), presento valores óptimos en comparación al resto de los tratamientos, obtuvo una media de 49,88 cm en Altura de planta, seguido del T2 con 42,9 cm, T1 con 39,98 cm y T4 con 30,31 cm; en diámetro basal del tallo para el tratamiento 3 fue de 4,52 mm, continuando con el T2 con 3,88 mm, T4 con 3,81 y T1 con 3,72 mm; en número de hojas por tallo principal el T3 obtuvo una media de 57,15 hojas, seguido del T1 con 38,95 hojas, T2 con 37,05 hojas y T4 con 33,85 hojas; en número de hojas por rama el T3 alcanzo una media de 10,25 hojas, seguido del T2 con 9,15 hojas, T1 con 8,55 hojas y T4 con 7,85 hojas; en ramas laterales por tallo principal el T3 presento 19,40 ramas, T4 con 15,1 ramas, T2 con 14,15 ramas y T1 con 13,2; en longitud radicular el T3 obtuvo una media de 27,85 cm de largo, seguido de los tratamientos T2 con 24,88 cm, T1 con 22,55 cm y T4 con 20,95 cm; en volumen radicular el T3 alcanzo una media de 8,90 cc, continuando con el T2 con 7,48 cc, T1 con 5,25 cc y T4 con 5,05 cc; en número de yemas por plantín el T2 llego a una media de 5,55 yemas seguido del T1 con 4,85 yemas, T4 con 4,75 yemas y T3 con 4,15 yemas por plantín; y en cuanto al índice de Lignificación el T1 con una media de 33,9 califico como calidad Alta, continuando con el T4 con una media de 32,6 calidad Alta, T2 con una media de 32 calidad Alta y T3 con una media de 24,6 califico como calidad Alta.

En los índices de calidad morfológica, los tratamiento T1 (*1 Arena, 2 Turba, 1 Tierra de Lugar*), T2 (*1 Arena, 3 Turba, 1 Tierra de Lugar*) y T3 (*1 Arena, 4 Turba, 1 Tierra de Lugar*), obtuvieron buena respuesta al sustrato empleado a comparación del tratamiento 4 testigo (100% tierra de lugar), en Índice de Biomasa el T1 obtuvo una media de 1,7; T2 una media de 1,4; T3 una media de 1,3; calificándolos como Calidad Alta, quedando como Calidad Media el Tratamiento 4 (Testigo) con una media de 2,4; en Índice de Robustez los Tratamientos T1 con una media de 10,8; T2 con una media de 11,1 y T3 con una media de 11,1 calificaron como calidad Baja, en cambio el T4 con una media de 8 califico como calidad Media; y para el Índice de Calidad de Dickson T1 con una media de 0,2; T2 con una media de 0,3; T3 con una media de 0,3 y T4 con una media de 0,2 calificaron como calidad Media.

El análisis económico del beneficio costo de producción de los cuatro tratamientos, muestran una aceptabilidad económica, donde se obtuvo una ganancia de Bs 0,90 por cada Bs 1 invertido en los tratamiento T1, T2 y T3; y una ganancia de Bs 1 por cada Bs 1 invertido en el tratamiento 4, lo que significa que la producción de plantines de retama a partir del repique en vivero, utilizando turba como componente de un sustrato es rentable.

Los cuatro sustratos empleados para determinar la calidad de plantines de retama en vivero a partir del repique, causaron efecto en el desarrollo de los plantines mejorando las características morfológicas como la altura, diámetro basal de tallo, número de hojas, número de ramas, número de yemas, longitud y volumen de raíz, pero no causaron un gran efecto mejorando los índices de calidad morfológica, posiblemente al bajo contenido de Nitrógeno en el sustrato; en cuanto al beneficio costo de producción por tratamiento existe una aceptabilidad económica, donde no afecta en gran cantidad el precio de la turba como componente de un sustrato, siendo rentable la producción de plantines de retama.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas en el presente trabajo se realiza la siguiente recomendación:

- Seguir realizando trabajos de investigación con esta especie (*Spartium junceum*), aplicando algún fertilizante foliar, u otro abono orgánico al tratamiento ya presentado, que mejore las características morfológicas y fisiológicas de los plantines de retama, y así mejorar los Índices de calidad para esta especie.
- Utilizar la turba como una alternativa en la mezcla de sustratos, ya que el costo es accesible para los productores en viveros, además si se quiere producir en grandes cantidades.

9. BIBLIOGRAFIA

- Agrowin.** (2011). Manual costos de producción. Recuperado de www.agrowin.com › documentos › manual-costos-de-producción › MAN... Pdf.
- Ansorena & Miner, J.** (1994). Sustratos: Propiedades y caracterización. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Arias, L., Antelo, G., Cortez, S., Vasquez, K., & Cooperación Suiza en Bolivia.** (2014). Viveros Agroforestales. La Paz: Presencia S.R.L.
- Baudoin, W., Grafiadellis, M., Jimenez, R., La malfa, G., Martinez, P., Monteiro, A. Nisen, A., Verlodt, H., Villele, O., Von Zabeltitz, Ch., Garnaud J. & FAO.** (Ed). (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. Roma. Pdf.
- Birchler, T., Rose, R., Royo, A., & Pardos, M.** (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Vol. 7 (1 y 2).
- Buamscha, G., Contardi, L., Dumroese, K., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D., Landis, T., Luna T., Mexal, J. & Wilkinson K.** (2012). Producción de plantas en viveros forestales. Buenos aires, Argentina. Artes gráficas integradas.
- Cabrera, R.** (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo Serie Horticultura, 5(1), 7-8 pág.
- CONAFOR.** (2009). Criterios técnicos para la producción de especies forestales de ciclo corto (rápido crecimiento), con fines de restauración. 9 p.
- CONAFOR.** (2010). Prácticas de reforestación Manual básico. Guadalajara, Jalisco, México.
- Costa, J., & Sánchez, A.** (2001). Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía (Tomos I y II). Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- Cussi, A.** (2010). Administración de empresas agropecuarias. La paz, Bolivia.

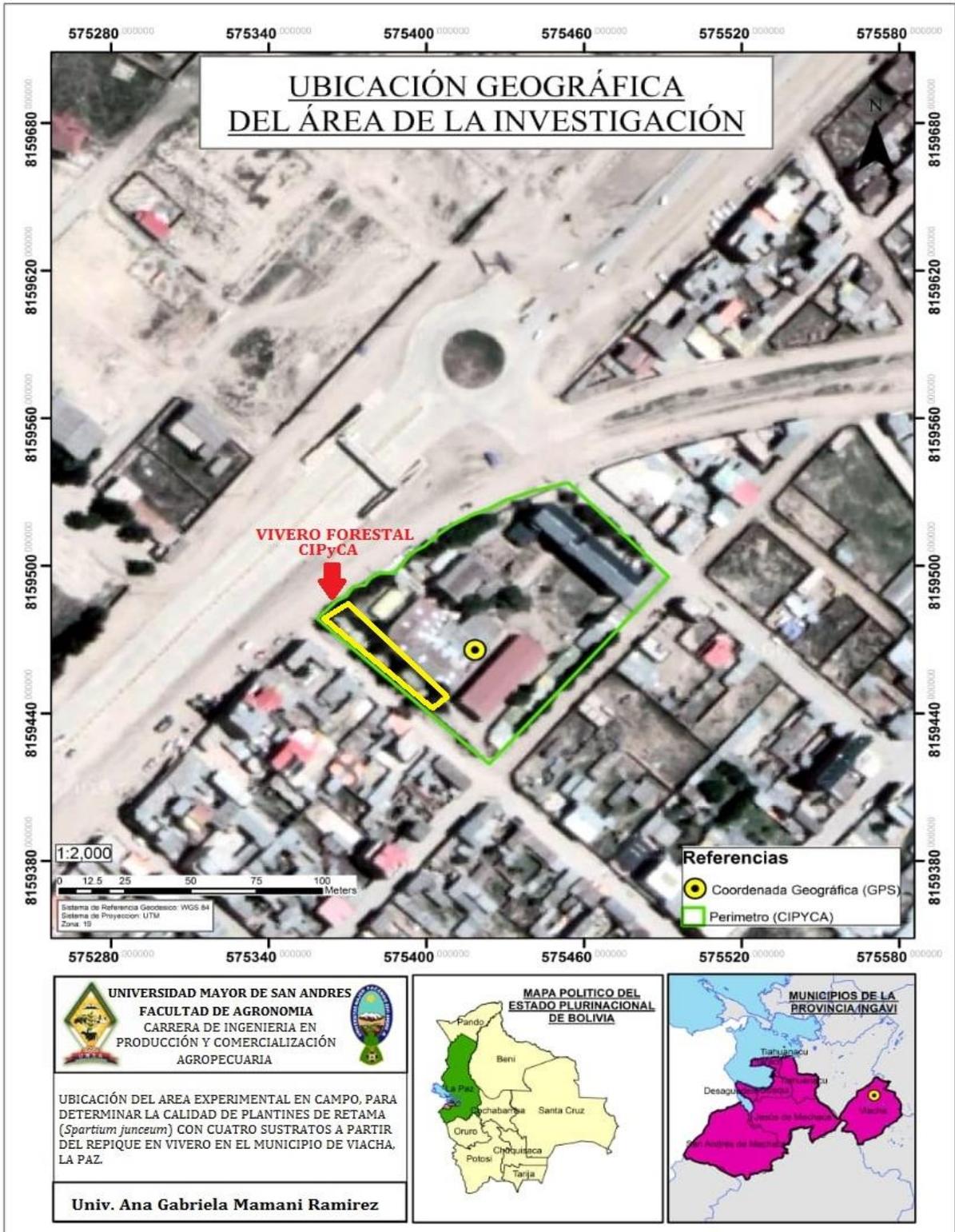
- Escobar, R.** (2007). Manual de Viverización. Eucalyptus globulus a raíz cubierta. Proyecto Innova Chile. Desarrollo de estándares de origen de la semilla y calidad. De la planta para el aumento de la productividad en plantaciones y bosques naturales. Trama Impresores S.A. Hualpén, Chile 2007.
- Fossati, J. & Olivera, T.** (1996). Sustratos en viveros forestales. Programa de repoblamiento forestal. Segundo número, COTESU. Prefectura del departamento de Cochabamba, Bolivia. 12 p.
- Funes, J.** (2015). Contabilidad de costos – primera parte. Cochabamba-Bolivia: Editorial Sabiduría & Cultura.
- Guerrero, F., & Masaguer, A.** (1997). Los sustratos en los semilleros hortícolas. Vida rural (España).Pdf.
- Mamani, R.** (2017). Efecto de la aplicación de niveles de ácido alfa naftalenacético en el enraizamiento de esquejes de ligustro (ligustrum ovalifolium hassk) bajo ambiente protegido en Viacha. (Tesis de Grado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI).** (s/f). Especies exóticas en México. Spartium junceum L., 1753. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/.../Spartium_junceum_final.pdf. 18 de Diciembre de 2017.
- Mexal, G. & Landis, D.** (1990). Target seedling concepts: height and diameter. En: Target Seedling Symposium: Proc., Combined Meeting Western Forest Nursery Associations. Rose, R., Campbell S. J., Landis T. D., eds. U.S.D.A. Forest Service, GTR RM-200, pp. 17-36.
- Morales, R.** (1995, Noviembre). Real Jardín Botánico (CSIC): Retamas y Retamares. Quercus. Recuperado de: <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/pubinv/.../155QUERCUS>. 17 de Octubre de 2017.

- Oliva, M., Vacalla, F., Perez, D. & Tucto, A.** (2014). Manual Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en molinopampa, amazonas – Perú. Chachapoyas, Perú. 20 p.
- Orozco, G., Muñoz, J., Villaseñor, F., Rueda, A., Sigala, J. & Prieto, J.** (2010). Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. Folleto técnico N° 1. SAGARPA – INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. 60 p.
- Osuna, H., Osuna, A. & Fierro, A.** (Ed). (2017). Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Patiño, A.** (2014). Manual para plantaciones forestales en la zona andina de Bolivia. HELVETAS Swiss Intercooperation. Cooperación Suiza en Bolivia. La paz, Bolivia: Teleio S.R.L.
- Patzi, Y.** (2010). Evaluación de dos especies florales petunia (petunia híbrida) y pensamiento (viola sp.) en su producción con diferentes tipos de sustratos bajo fertilización foliar en el vivero Municipal de Aranjuez de la ciudad de La Paz. (Tesis de Grado). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia.
- PDMV.** (2012). Plan de desarrollo municipal Viacha 2012-2016 “Juntos por Viacha”. Viacha - La Paz, Bolivia: Iniciativas Bolivia.pdf.
- PDMV.** (2016). Plan territorial de desarrollo integral 2016-2020 “Juntos por Viacha”. Viacha - La Paz, Bolivia. Pdf.
- Pier.** (2005). Spartium junceum. Recuperado de: http://www.hear.org/pier/wra/pacific/spartium_junceum_htmlwra.htm, 20 de octubre de 2018.
- Prieto, J., García, J., Mejía, J., Huchín, S., & Aguilar, J.** (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, México. 53 p.

- Prieto, J., Vera, G. & Merlín, E.** (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, México. 24 p.
- Quiroz, I., García, E., Gonzalez, M., Chung, P. & Soto, H.** (2009). Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile. 128 p.
- Rueda, A., Benavides, J., Prieto, A., Sáenz, J., Orozco, G. & Molina, A.** (30 de noviembre de 2012). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco, (3), p. 14.
- Sáenz, J. T., Villaseñor, F. J., Muñoz, H. J., Rueda, A. & Prieto, J. A.** (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto técnico N° 17. SAGARPA – INIFAP – CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. México. 52 p.
- Sanhueza, C. & Zalba, S.** (2014). Banco de Semillas, germinación y longevidad de semillas de (*Spartium junceum*, Fabaceae): Implicancias para su control. Grupo de Estudios y conservación y manejo. Bahía Blanca, Argentina. 49 (1). Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v49n1/v49n1a07.pdf>. 17 de noviembre de 2017.
- Santiago, O., Sánchez, V., Monroy, C. & Salazar, G.** (2007). Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor. INFAP-CIRGOC. Campo Experimental El Palmar. Folleto Técnico Núm. 44. Veracruz., México. 73 p.
- Sarda, P., Aguilar, A., Valle, G., Villar, P. & Peñuelas, J.** (2005). Crecimiento radical de plantones de retama sphaerocarpa, pistacia terebinthus y olea europaea durante el período húmedo del año. España.
- SENAMHI.** (2016). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Disponible en: www.senamhi.gob.bo.
- Stadler, N., Francois, J., Barreiro, D., Piepenstock, A., Brunner, J., Sánchez, J., Fernández, A. & Arzabe, C.** (2014). Sistemas Agroforestales en áreas secas del Departamento de Cochabamba: caracterización y descripción. PROAGRO. 148 p.

- Terceros, P., Quelca, B. & Solares, M.** (2007). Plantas medicinales en Bolivia estado de arte. La Paz, Bolivia. Recuperado de: http://www.unido.org/.../69936_Plantas_medicinales_en_Bolivia_Estado_de_Arte.pdf.
- Ticona, O.** (2012). Evaluación del eucalipto (*Eucalyptus globulus*), bajo el efecto de dos tratamientos pre germinativos y tres sustratos en la comunidad de Chumisa (Tacacoma - La Paz). (Tesis de Grado). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.
- Tinoco J. & Ramírez O.** (2014). Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de *Pinus oocarpa* Schiede y su desarrollo inicial en plantación. (Trabajo de Graduación). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Vibrans, H.** (Ed.). (2009). Malezas de México. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/spartiumjunceum/fichas/ficha.htm#3.%20Identificaci%C3%B3n%20y%20descripci%C3%B3n>. 18 de diciembre de 2018.
- Vicente, J.** (2015). Excel diseños experimentales. La Paz, Pág. 39 - 40.
- Villar, P., Cuesta, B. & Benito, M.** (2013). Ficha Retama. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/259204427_Retama_monosperma_L_Boiss_y_Retama_sphaerocarpa_L_Boiss. 18 de noviembre de 2017.
- Villarpando, D., Villarpando, P., Villalobos, J. & CARE.** (2011). Fichas botánicas de especies agroforestales nativas y naturalizadas aptas para tierras altoandinas. La paz. Recuperado de: <http://www.ecosaf.org/altoandino/Fichas%20botanicas%20CARE.Pdf.Pag.48-49>.

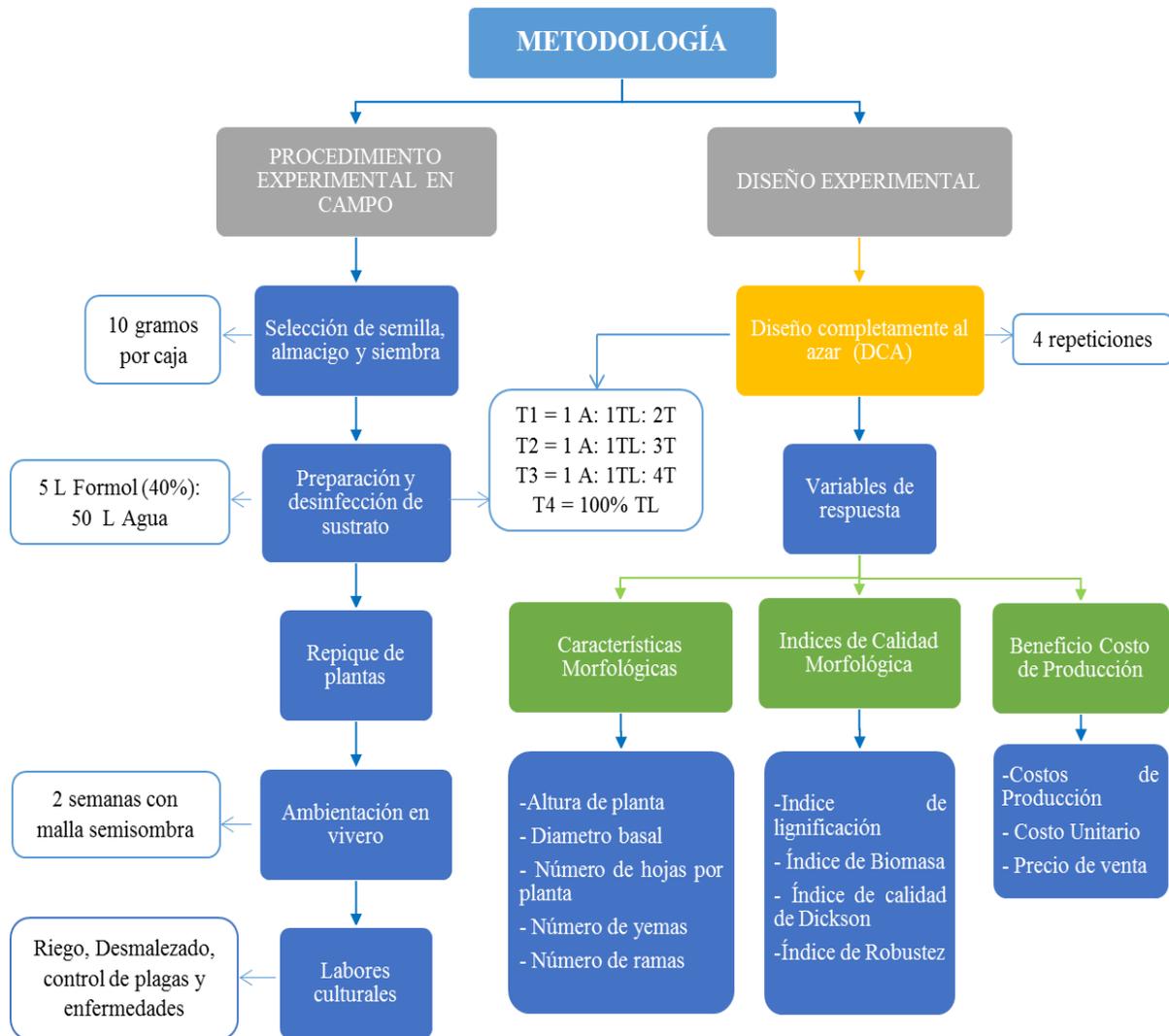
ANEXOS



Anexo 1. Ubicación del área de investigación en el Municipio de Viacha, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, Bolivia.

Fuente: En base al PDMV, (2016) & Google Earth Pro, (2019).

Metodología empleada en el trabajo de investigación



Anexo 2. Metodología empleada para determinar la calidad de plantines de retama con cuatro sustratos a partir del repique en vivero.

Planilla de registro de características morfológicas de la retama

Temperatura en invernadero: _____

Fecha: _____

T	ALTURA DE PLANTA (cm)					DIAMETRO BASAL (mm)					N° DE RAMAS LATERALES					NUMERO DE HOJAS P/P					PRESENCIA YEMAS				
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
T 1																									
T 4																									
T 2																									
T 2																									
T 3																									
T 1																									
T 1																									
T 4																									
T 2																									
T 3																									
T 2																									
T 4																									
T 4																									
T 1																									
T 3																									
T 3																									

T = Tratamiento; M = Muestra; P/P = Por planta.

Observaciones:

.....

Anexo 3. Planilla de datos utilizada para la evaluación de las características morfológicas en etapa de campo.

Planilla de registro para el volumen y longitud radicular de los plantines de Retama

PLANILLA DE REGISTRO												
T	LONGITUD DE RAIZ (cm)						VOLUMEN RADICULAR (ml)					
	M1	M2	M3	M4	M5	MEDIA	M1	M2	M3	M4	M5	MEDIA
T1												
T1												
T1												
T1												
T2												
T2												
T2												
T2												
T3												
T3												
T3												
T3												
T4												
T4												
T4												
T4												

Observaciones:

Anexo 4. Planilla de datos utilizada al finalizar el trabajo en campo para tomar datos sobre la longitud y volumen radicular.

Características morfológicas evaluadas en plantines de retama

<i>Tratamiento</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diámetro Basal (mm)</i>	<i>Número de Hojas</i>	<i>Número de Hojas por rama</i>	<i>Número de yemas</i>	<i>Número de Ramas</i>	<i>Longitud de Raíz (cm)</i>	<i>Volumen de Raíz (cc)</i>	<i>Índice de Lignificación</i>	
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Calidad</i>
T1	39,98	3,72	38,95	8,55	4,85	13,2	22,55	5,25	33,9	Alta
T2	42,9	3,88	37,05	9,15	5,55	14,15	24,88	7,48	32	Alta
T3	49,88	4,52	57,15	10,25	4,15	19,4	27,85	8,9	24,6	Alta
T4	30,31	3,81	33,85	7,85	4,75	15,1	20,95	5,05	32,6	Alta

Anexo 5. Caracterización morfológica obtenida en los plantines de retama, para determinar la calidad de planta.

Índices de calidad morfológica evaluada en plantines de retama

<i>Tratamiento</i>	<i>Índice de Biomasa</i>		<i>Índice de Robustez</i>		<i>Índice de Calidad de Dickson</i>	
	<i>Media</i>	<i>Calidad</i>	<i>Media</i>	<i>Calidad</i>	<i>Media</i>	<i>Calidad</i>
T1	1,7	Alta	10,8	Baja	0,2	Media
T2	1,4	Alta	11,1	Baja	0,3	Media
T3	1,3	Alta	11,1	Baja	0,3	Media
T4	2,4	Media	8	Media	0,2	Media

Anexo 6. Valores de índices de calidad morfológica obtenido en los plantines de retama, para determinar la calidad de planta.

**MINISTERIO DE ENERGÍAS**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ANA GABRIELA MAMANI RAMIREZ

NO SOLICITUD: 020A / 2019

PROCEDENCIA : Departamento : LA PAZ,

FECHA DE RECEPCION : 15 / Febrero / 2019

Provincia : INGAVI

FECHA DE ENTREGA : 15 / Marzo / 2019

Municipio : VIACHA

U M S A

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO T 1

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
055-01 /2019	T E X T U R A	ARENA	66	%	Hidrómetro de Bouyoucos
055-02 /2019		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
055-03 /2019		LIMO	13	%	Hidrómetro de Bouyoucos
055-04 /2019		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
055-05 /2019		GRAVA	0.0	%	Gravimetría
055-06 /2019	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
055-07 /2019	pH en agua 1:5	7.76	-	Potenciometría	
055-08 /2019	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0.193	dS/m	Conductancia	
055-09 /2019	Potasio intercambiable	0.44	meq/100 g	Emisión atómica	
055-10 /2019	Nitrógeno total	0.13	%	Kjeldahl	
055-11 /2019	Fósforo asimilable	29.48	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,-

** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf: 2433063 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail:
ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo

Anexo 7. Análisis Físico Químico del sustrato utilizado para el tratamiento 1.



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ANA GABRIELA MAMANI RAMIREZ

NO SOLICITUD: 020B / 2019

PROCEDENCIA : Departamento : LA PAZ,

FECHA DE RECEPCION : 15 / Febrero / 2019

Provincia : INGAVI

FECHA DE ENTREGA : 15 / Marzo / 2019

Municipio : VIACHA

U M S A

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO T 2

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
056-01 /2019	T E X T U R A	ARENA	62	%	Hidrómetro de Bouyoucos
056-02 /2019		ARCILLA	22	%	Hidrómetro de Bouyoucos
056-03 /2019		LIMO	16	%	Hidrómetro de Bouyoucos
056-04 /2019		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
056-05 /2019		GRAVA	0.0	%	Gravimetría
056-06 /2019	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
056-07 /2019	pH en agua 1:5	7.73	-	Potenciometría	
056-08 /2019	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0.332	dS/m	Conductancia	
056-09 /2019	Potasio intercambiable	0.81	meq/100 g	Emisión atómica	
056-10 /2019	Nitrógeno total	0.17	%	Kjeldahl	
056-11 /2019	Fósforo asimilable	45.89	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,-

** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso

FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso

L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso

AF : Arenoso Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso

A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE ENERGÍAS**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ANA GABRIELA MAMANI RAMIREZ
PROCEDENCIA : Departamento : LA PAZ,
Provincia : INGAVI
Municipio : VIACHA
U M S A

NO SOLICITUD: 020C / 2019
FECHA DE RECEPCION : 15 / Febrero / 2019
FECHA DE ENTREGA : 15 / Marzo / 2019

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO T 3

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
057-01 /2019	T E X T U R A	ARENA	67	%	Hidrómetro de Bouyoucos
057-02 /2019		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
057-03 /2019		LIMO	12	%	Hidrómetro de Bouyoucos
057-04 /2019		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
057-05 /2019		GRAVA	0.0	%	Gravimetría
057-06 /2019	CARBONATOS LIBRES	PP	-	Reacción ácida	
057-07 /2019	pH en agua 1:5	6.57	-	Potenciometría	
057-08 /2019	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0.227	dS/m	Conductancia	
057-09 /2019	Potasio intercambiable	0.40	meq/100 g	Emisión atómica	
057-10 /2019	Nitrógeno total	0.20	%	Kjeldahl	
057-11 /2019	Fósforo asimilable	21.41	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo

Anexo 9. Análisis Físico Químico del sustrato utilizado para el tratamiento 3



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ANA GABRIELA MAMANI RAMIREZ
PROCEDENCIA : *Departamento : LA PAZ,*
Provincia : INGAVI
Municipio : VIACHA
U M S A

NO SOLICITUD: 020A / 2019
FECHA DE RECEPCION : 15 / Febrero / 2019
FECHA DE ENTREGA : 15 / Marzo / 2019

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO T 4

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
058-01 /2019	T E X T U R A	ARENA	60	%	Hidrómetro de Bouyoucos
058-02 /2019		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
058-03 /2019		LIMO	19	%	Hidrómetro de Bouyoucos
058-04 /2019		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
058-05 /2019		GRAVA	0.0	%	Gravimetría
058-06 /2019	CARBONATOS LIBRES	PP	-	Reacción ácida	
058-07 /2019	pH en agua 1:5	8.42	-	Potenciometría	
058-08 /2019	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0.548	dS/m	Conductancia	
058-09 /2019	Potasio intercambiable	1.63	meq/100 g	Emisión atómica	
058-10 /2019	Nitrógeno total	0.16	%	Kjeldahl	
058-11 /2019	Fósforo asimilable	101.64	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Anexo 10. Análisis Físico Químico del sustrato utilizado para el tratamiento 4 (testigo).

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)	%
A. COSTOS DIRECTOS FIJOS					
1. MATERIA PRIMA (Semilla e Insumos)					
Semilla de Retama (<i>Spartium junceum</i>)	g	2,5	0,02	0,05	
Turba	m ³	0,08	20	1,60	
Arena	m ³	0,04	80	3,20	
Tierra de lugar	m ³	0,04	50	2,00	
Formol (40%)	L	0,25	25	6,25	
Agua (Riego)	m ³	21,59	0,48	10,36	
Total				23,46	9,16
2. MANO DE OBRA (Trabajo manual)					
Almacigado	h	1	8,8	8,84	
Preparación de Sustrato	h	0,5	8,8	4,42	
Llenado de Bolsas	h	1	8,8	8,84	
Repique	h	1	8,8	8,84	
Traslado de plantines	h	0,5	8,8	4,42	
Riego	h	1,5	8,8	13,26	
Desmalezado	h	1	8,8	8,84	
Total				57,47	22,44
3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
Herramientas menores					
Pala (Amortizado año 3)	pza	1	4,38	4,38	
Picota (Amortizado año 3)	pza	1	5,63	5,63	
Carretilla (Amortizado año 5)	pza	1	48,00	48,00	
Manguera de 20 m (Amortizado año 3)	pza	1	12,50	12,50	
Malla Semisombra de 6 m ² (75%)(Amortizado año 4)	pza	1	12,00	12,00	
Bolsas de polietileno (12X23 cm)	u	100	0,15	15,00	
Instrumentos de Campo y Laboratorio					
Termómetro de máximas y mínimas (°C) (Amortizado año 4)	u	1	10,94	10,94	
Regla metálica graduada (50 cm) (Amortizado año 4)	u	1	1	1,00	
Calibrador Digital (0-150 mm/0-6") (Amortizado año 4)	u	1	37,5	37,50	
Tablero (Amortizado año 4)	u	1	5	5,00	
Total				151,94	59,31
Total Costos Fijos				232,87	90,91
B. COSTOS INDIRECTOS VARIABLES					
Imprevistos	%	10		23,29	
Total Costos Variables				23,29	9,09
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				256,16	100

Anexo 11. Costo de producción de plantines de retama para el tratamiento 1, en base a 100 plantines.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)	%
A. COSTOS DIRECTOS FIJOS					
1. MATERIA PRIMA (Semilla e Insumos)					
Semilla de Retama (<i>Spartium junceum</i>)	g	2,5	0,02	0,05	
Turba	m ³	0,12	20	2,40	
Arena	m ³	0,04	80	3,20	
Tierra de lugar	m ³	0,04	50	2,00	
Formol (40%)	L	0,25	25	6,25	
Agua (Riego)	m ³	21,59	0,48	10,36	
Total				24,26	9,44
2. MANO DE OBRA (Trabajo manual)					
Almacigado	h	1	8,8	8,84	
Preparación de Sustrato	h	0,5	8,8	4,42	
Llenado de Bolsas	h	1	8,8	8,84	
Repique	h	1	8,8	8,84	
Traslado de plantines	h	0,5	8,8	4,42	
Riego	h	1,5	8,8	13,26	
Desmalezado	h	1	8,8	8,84	
Total				57,47	22,36
3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
Herramientas menores					
Pala (Amortizado año 3)	pza	1	4,38	4,38	
Picota (Amortizado año 3)	pza	1	5,63	5,63	
Carretilla (Amortizado año 5)	pza	1	48,00	48,00	
Manguera de 20 m (Amortizado año 3)	pza	1	12,50	12,50	
Malla Semisombra de 6 m ² (75%)(Amortizado año 4)	pza	1	12,00	12,00	
Bolsas de polietileno (12X23 cm)	u	100	0,15	15,00	
Instrumentos de Campo y Laboratorio					
Termómetro de máximas y mínimas (°C) (Amortizado año 4)	u	1	10,94	10,94	
Regla metálica graduada (50 cm) (Amortizado año 4)	u	1	1	1,00	
Calibrador Digital (0-150 mm/0-6") (Amortizado año 4)	u	1	37,5	37,50	
Tablero (Amortizado año 4)	u	1	5	5,00	
Total				151,94	59,11
Total Costos Fijos				233,67	90,91
B. COSTOS INDIRECTOS VARIABLES					
Imprevistos	%	10		23,37	
Total Costos Variables				23,37	9,09
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				257,04	100

Anexo 12. Costo de producción de plantines de retama para el tratamiento 2, en base a 100 plantines.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)	%
A. COSTOS DIRECTOS FIJOS					
1. MATERIA PRIMA (Semilla e Insumos)					
Semilla de Retama (<i>Spartium junceum</i>)	g	2,5	0,02	0,05	
Turba	m ³	0,16	20	3,20	
Arena	m ³	0,04	80	3,20	
Tierra de lugar	m ³	0,04	50	2,00	
Formol (40%)	L	0,25	25	6,25	
Agua (Riego)	m ³	21,59	0,48	10,36	
Total				25,06	9,717
2. MANO DE OBRA (Trabajo manual)					
Almacigado	h	1	8,8	8,84	
Preparación de Sustrato	h	0,5	8,8	4,42	
Llenado de Bolsas	h	1	8,8	8,84	
Repique	h	1	8,8	8,84	
Traslado de plantines	h	0,5	8,8	4,42	
Riego	h	1,5	8,8	13,26	
Desmalezado	h	1	8,8	8,84	
Total				57,47	22,28
3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
Herramientas menores					
Pala (Amortizado año 3)	pza	1	4,38	4,38	
Picota (Amortizado año 3)	pza	1	5,63	5,63	
Carretilla (Amortizado año 5)	pza	1	48,00	48,00	
Manguera de 20 m (Amortizado año 3)	pza	1	12,50	12,50	
Malla Semisombra de 6 m ² (75%)(Amortizado año 4)	pza	1	12,00	12,00	
Bolsas de polietileno (12X23 cm)	u	100	0,15	15,00	
Instrumentos de Campo y Laboratorio					
Termómetro de máximas y mínimas (°C) (Amortizado año 4)	u	1	10,94	10,94	
Regla metálica graduada (50 cm) (Amortizado año 4)	u	1	1	1,00	
Calibrador Digital (0-150 mm/0-6") (Amortizado año 4)	u	1	37,5	37,50	
Tablero (Amortizado año 4)	u	1	5	5,00	
Total				151,94	58,91
Total Costos Fijos				234,47	90,91
B. COSTOS INDIRECTOS VARIABLES					
Imprevistos	%	10		23,45	
Total Costos Variables				23,45	9,091
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				257,92	100

Anexo 13. Costo de producción de plantines de retama para el tratamiento 3, en base a 100 plantines.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)	%
A. COSTOS DIRECTOS FIJOS					
1. MATERIA PRIMA (Semilla e Insumos)					
Semilla de Retama (<i>Spartium junceum</i>)	g	2,5	0,02	0,05	
Turba	m ³	0		0	
Arena	m ³	0		0	
Tierra de lugar	m ³	0,12	50	6	
Formol (40%)	L	0,25	25	6,25	
Agua (Riego)	m ³	21,59	0,48	10,36	
Total				22,66	8,88
2. MANO DE OBRA (Trabajo manual)					
Almacigado	h	1	8,8	8,84	
Preparación de Sustrato	h	0,5	8,8	4,42	
Llenado de Bolsas	h	1	8,8	8,84	
Repique	h	1	8,8	8,84	
Traslado de plantines	h	0,5	8,8	4,42	
Riego	h	1,5	8,8	13,26	
Desmalezado	h	1	8,8	8,84	
Total				57,47	22,51
3. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
Herramientas menores					
Pala (Amortizado año 3)	pza	1	4,38	4,38	
Picota (Amortizado año 3)	pza	1	5,63	5,63	
Carretilla (Amortizado año 5)	pza	1	48,00	48,00	
Manguera de 20 m (Amortizado año 3)	pza	1	12,50	12,50	
Malla Semisombra de 6 m ² (75%)(Amortizado año 4)	pza	1	12,00	12,00	
Bolsas de polietileno (12X23 cm)	u	100	0,15	15,00	
Instrumentos de Campo y Laboratorio					
Termómetro de máximas y mínimas (°C) (Amortizado año 4)	u	1	10,94	10,94	
Regla metálica graduada (50 cm) (Amortizado año 4)	u	1	1	1,00	
Calibrador Digital (0-150 mm/0-6") (Amortizado año 4)	u	1	37,5	37,50	
Tablero (Amortizado año 4)	u	1	5	5,00	
Total				151,94	59,52
Total Costos Fijos				232,07	90,91
B. COSTOS INDIRECTOS VARIABLES					
Imprevistos	%	10		23,21	
Total Costos Variables				23,21	9,09
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				255,28	100

Anexo 14. Costo de producción de plantines de retama para el tratamiento 4 (testigo), en base a 100 plantines.