

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA EL ENRAIZAMIENTO
DE PLÁNTULAS DE SÁBILA (*Aloe vera*)”**

OSCAR LEONEL CHOLOTA GUAMÁN

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



AMBATO - ECUADOR

2013

El suscrito OSCAR LEONEL CHOLOTA GUAMÁN, portador de cédula de identidad número: 1804112520, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA EL ENRAIZAMIENTO DE PLÁNTULAS DE SÁBILA (*Aloe vera*)” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

OSCAR LEONEL CHOLOTA GUAMÁN

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

OSCAR LEONEL CHOLOTA GUAMÁN

Fecha:

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA EL ENRAIZAMIENTO DE
PLÁNTULAS DE SÁBILA (*Aloe vera*)”**

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Luciano Valle V.
TUTOR

Ing. Mg. Jaime Avalos R.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mg. Segundo Curay Q.

Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez A.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a mi hijo Oscar Jair, que es la razón de mi vida el tesoro más grande que Dios me regaló y el motivo de mí existir.

A mis padres Luis Alfonso y María Carmen, que se sacrificaron en post de mi bienestar, guiaron mis pasos con mucho amor, me enseñaron a continuar luchando para vencer los obstáculos, sin perder la esperanza de conseguir las metas propuestas, a pesar de los tropiezos y dificultades que se han presentado en el difícil sendero de mi vida.

A mis hermanos y hermana: Jorge, Paul, Maritza y Danny que son mi fortaleza y el pilar de apoyo, ellos me han elevado espiritualmente y anímicamente para llegar a cumplir con mis objetivos.

A mi esposa Flor Maricela, por su respaldo y apoyo incondicional que me enseñó que siempre hay una luz al final del camino.

AGRADECIMIENTOS

“El que da, no debe volver a acordarse; pero el que recibe nunca debe olvidar”

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por estar junto a mí en cada paso, fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante mis estudios.

Agradezco a todas las autoridades de la Universidad Técnica de Ambato, de manera especial a la Facultad de Ingeniería Agronómica y en ella a los distinguidos docentes, quienes con su profesionalismo y ética puesto de manifiesto en las aulas, enrumban con sus conocimientos a cada uno de los que acudimos, lo que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ing. Mg. Luciano Valle V. Tutor de la Tesis, por sus sabios conocimientos, su don de gente, por su mística profesional y sobre todo por su inestimable apoyo y confianza depositada en mi persona.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA	01
1.3. JUSTIFICACIÓN	02
1.4. OBJETIVOS	02
1.4.1. Objetivo general	02
1.4.2. Objetivos específicos	02
CAPÍTULO 2	03
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	03
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	03
2.2. MARCO CONCEPTUAL	04
2.2.1. Cultivo de sábila (<i>Aloe vera</i>)	04
2.2.1.1. Generalidades	04
2.2.1.2. Características botánicas	05
2.2.1.3. Requerimiento del cultivo	05
2.2.1.4. Manejo del cultivo	07
2.2.2. Propagación asexual de la sábila	08
2.2.2.1. Factores que inciden en el enraizamiento	09
2.2.3. Tipos de sustratos para el enraizamiento	10
2.2.3.1. Arena	10
2.2.3.2. Pomina	10
2.2.3.3. Turba	10
2.2.3.4. Tierra negra	10
2.2.4. Reguladores de crecimiento	11
2.2.4.1. Importancia	11
2.2.4.2. Hormonagro	11
2.2.5. Producción de plántulas	13
2.2.5.1. Calidad de plántulas	13
2.3. HIPÓTESIS	14
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	14
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	14

	Pág.
CAPÍTULO 3	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	16
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	16
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	17
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	18
3.6. TRATAMIENTOS	18
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	19
3.8. DATOS TOMADOS	21
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	22
CAPÍTULO 4	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	25
4.1.1. Longitud del sistema radicular	25
4.1.2. Volumen del sistema radicular	28
4.1.3. Longitud de la hoja	31
4.1.4. Ancho de la hoja	36
4.1.5. Área foliar	39
4.1.6. Porcentaje de sobrevivencia	43
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	46
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	49
CAPÍTULO 5	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. CONCLUSIONES	50
5.2. RECOMENDACIONES	51
CAPÍTULO 6	53
PROPUESTA	53
6.1. TÍTULO	53
6.2. FUNDAMENTACIÓN	53
6.3. OBJETIVOS	53
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	54

	Pág.
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	54
BIBLIOGRAFÍA	57
APÉNDICE	61

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	15
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	18
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	25
CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	26
CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	27
CUADRO 6. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	27
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	29
CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	29
CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	30
CUADRO 10. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR	31
CUADRO 11. ANÁLISIS DE COVARIANCA PARA LONGITUD DE LA HOJA	32
CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)	33
CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUS-	

	Pág.
	TRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS) 34
CUADRO 14.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS) 34
CUADRO 15.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SUSTRATOS POR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS) 35
CUADRO 16.	ANÁLISIS DE COVARIANCIA PARA ANCHO DE LA HOJA 36
CUADRO 17	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ANCHO DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS) 37
CUADRO 18.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE ANCHO DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS) 38
CUADRO 19.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE ANCHO DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS) 38
CUADRO 20.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ÁREA FOLIAR 40
CUADRO 21.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR 40
CUADRO 22 .	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR 41
CUADRO 23.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR 42
CUADRO 24.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SUSTRATOS POR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR 42

	Pág.
CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	44
CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA...	44
CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	45
CUADRO 28. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO	46
CUADRO 29. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	47
CUADRO 30. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	48
CUADRO 31. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%	48

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Luis Alfonso Cholota Cholota, localizado en barrio Jerusalén, parroquia Picaihua vía al caserío San Juan., al oriente del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 1° 16' 06" de latitud Sur y 78° 34' 41" de longitud Oeste, a la altitud de 2 650 msnm, con el propósito de: evaluar nueve sustratos de enraizamiento: arena + pomina 1:1 (S1), arena + tierra negra 1:1 (S2), arena + turba 1:1 (S3), pomina + tierra negra 1:1 (S4), pomina + turba 1:1 (S5), tierra negra + turba 1:1 (S6), arena + pomina + tierra negra + turba 1:1:1:1 (S7), arena + pomina + tierra negra + turba 1:1:2:1 (S8) y arena + pomina + tierra negra + turba 2:1:1:1 (S9), con (R1) y sin aplicación de hormona (R2) (Hormonagro No. 1), a más de un testigo que consistió en suelo de la zona sin hormona.

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial $9 \times 2 + 1$, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron 19, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA). Pruebas de significación de Tukey al 5%, pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor regulador de crecimiento y análisis de covariancia para las variables longitud de la hoja y ancho de la hoja. El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC).

Con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), se obtuvieron los mejores resultados, al reportar éstos tratamientos, plántulas con mayor longitud del sistema radicular (24,12 cm) y mejor volumen del sistema radicular (15,98 cc). Así mismo reportaron hojas con mayor longitud (18,11 cm), como también ancho (1,87 cm), consecuentemente el área foliar fue significativamente mayor (33,49 cm²); siendo igualmente uno de los tratamientos que reportó el mayor porcentaje de sobrevivencia (100%).

Los tratamientos que recibieron aplicación de Hormonagro No. 1 (R1), reportaron los mejores resultados, al obtenerse plántulas con mejor desarrollo radicular y mayor crecimiento vegetativo, reportando principalmente raíces de mayor longitud (19,36 cm) y mejor volumen del sistema radicular (11,52 cc). El crecimiento en longitud de la hoja fue mayor (14,76 cm), con mayor ancho de la hoja (1,62 cm), consiguiéndose consecuentemente mejor área foliar (24,26 cm²).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento (S4R2) (pomina + tierra negra 1:1, sin hormona), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,66 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,66 veces lo invertido, siendo desde e l punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desconocimiento de sustratos adecuados en la producción de plántulas de sábila (*Aloe vera*), determina baja calidad de plántulas en el sector Jerusalén, perteneciente a la parroquia Picaihua, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, la misma que es apta para el cultivo.

La propagación asexual permite obtener plantas con muchas características, es decir se puede seleccionar una planta por su tamaño, resistencia a plagas y enfermedades, producción, etc. Por medio de este método, las plantas hijas son idénticas a la planta madre, de tal forma que se puede propagar a partir de ramas, yemas o alguna parte de la planta (Tiscornia, 1974).

La sábila conocida como la “planta de la salud y de la belleza” ya que posee innumerables propiedades regenerativas, curativas, humectantes, lubricantes y nutritivas. Los estudios científicos mostraron que el *Aloe vera* contiene más de 200 componentes individuales, inclusive polisacáridos, glicoproteínas, aminoácidos, enzimas, vitaminas y minerales que en conjunto ejercen una acción positiva en el organismo (Schubert y Rob, 1980).

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

La propagación asexual de plántulas de sábila (*Aloe vera*) se ha convertido en un limitante, provocando que el cultivo vaya decayendo a lo largo de los tiempos, disminuyendo la producción, llegando inclusive a provocar pérdidas de hasta un 40% de la producción, por lo que los agricultores han perdido el interés en dicho cultivo.

Mencionando este factor como el principal, es necesario conocer el tipo de sustratos y el uso de hormona que facilite el rápido enraizamiento de plántulas, lo que ayudará a obtener material vegetativo de calidad, mejorando de esta manera la producción y productividad del cultivo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El aloe es un ingrediente importante en muchos productos de belleza. Penetra en las tres capas de la piel: epidermis, la dermis, la hipodermis y expulsa las bacterias y los depósitos de grasa que tapan los poros. Al mismo tiempo la acción de los nutrientes naturales, los minerales, las vitaminas, los aminoácidos y las enzimas, estimulan la reproducción de nuevas células. También es importante como regenerador celular, cicatrizante, tonificador y de alta penetración en la piel. Cuando se usa con regularidad, evita las arrugas prematuras y retarda su aparición (Elaloevera, 2010).

La sábila es una planta que posee innumerables propiedades regenerativas, curativas, humectantes, lubricantes y nutritivas. El *Aloe vera*, por excelencia es una planta medicinal. Muy conocida en el Ecuador con el nombre de sábila llamada “la planta de la salud y de la belleza”. Por lo que es necesario conocer la forma eficaz de propagación de las plántulas, lo que facilitará el desarrollo del cultivo, en la zona de Picaihua.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Establecer la tecnología adecuada (sustratos y hormona) para la producción de plántulas de sábila (*Aloe vera*).

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la proporción adecuada de sustratos que faciliten el rápido enraizamiento de plantas de sábila (*Aloe vera*).

Establecer la incidencia de la hormona, que inflencie en el rápido desarrollo del sistema radicular de la sábila (*Aloe vera*).

Efectuar el análisis económico de los tratamientos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Cunalata (1995), en la tesis de grado “multiplicación de yagual *Polylepis sp.* con el uso de hormona Roothone, evaluando seis sustratos, concluye que, los esquejes que brotaron más rápido fueron aquellos plantados en los sustratos S3 (suelo negro + humus de lombriz 1:1), S4 (arena + suelo negro + humus de lombriz 1:1:1) y S5 (arena + suelo negro + humus de lombriz 1:2:1), con promedio de 28,67 días; 33,00 días y 36,50 días a la brotación, respectivamente. La acción de la hormona no influyó estadísticamente en esta variable.

Gavilanes (1992), en la tesis de grado “Evaluación de siete sustratos y tres longitudes de estacas para propagación de la morera (*Morus alba*), reporta como conclusiones, que el mayor porcentaje de estacas brotadas a los 60 días se obtuvo con la mezcla en partes iguales de suelo negro andino y pomina (S5) y el mejor crecimiento en longitud de la estaca de 10 cm (E1) y 20 cm (E2).

Vivanco (2009), en la tesis de grado “Evaluación de la eficiencia de bioplus, hormonagro y enraizador universal en la propagación asexual de la *Hypericum (Hypericum ssp.)*, reporta como conclusión que el tratamiento T7 (1 g/litro de Hormonagro) alcanzó el mayor porcentaje de plantas prendidas a campo abierto con un 98,33%, mientras que T5 (5 cc/litro de Bioplus) y T 10 (2 cc/litro de Enraizador Universal) estuvieron dentro del mismo rango con porcentajes de prendimientos altos con 90,23% y 88,9% respectivamente.

En el ensayo evaluación de los injertos de púa terminal y lateral de aguacate fuerte en patrones de aguacate nacional en macetas con cuatro sustratos en el vivero de San Vicente de Pusir Carchi, se determinó que el sustrato conformado por 25% de tierra de la zona, 50% de humus y 25% de pomina y el sustrato 50% de tierra de la zona, 25% de humus y 25% de pomina, influenciaron favorablemente para el mejor crecimiento de en diámetro de tallo, número y tamaño de ejes secundarios, lo que mejoró la producción de plantas (Mejía, 2010)

En el ensayo evaluación de cinco sustratos combinados con tres concentraciones de ceniza volcánica en dos tipos de bandeja para la obtención de plántulas de uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo invernadero (Román, 2010), se comprobó que, el mayor porcentaje de emergencia se obtuvo utilizando turba berger 75% combinado con 25% de ceniza con el 100% de emergencia; mientras que utilizando el sustrato suelo 75% más ceniza 25% se obtuvo la mejor altura, el mejor número de hojas, mejor grosos y mayor porcentaje de plantas útiles.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Cultivo de sábila (*Aloe vera*)

2.2.1.1. Generalidades

Según Guzmán (1990), señala que esta planta ha sido utilizada por el hombre unos 6000 años (A.C), de manera especial en Egipto, Arabia, el lejano Oriente y la India. Igualmente existen notas informativas por marinos de los viajes de Cristóbal Colón que la reportan en la zona del Caribe Americano y el Norte de América; donde era utilizada por las naciones indígenas en aplicaciones medicinales. Por lo que podemos deducir que estaba extendida en forma silvestre a nivel mundial.

Infojardín (2010), menciona que se ha demostrado que una quemadura térmica profunda tratada con *Aloe vera*, evoluciona en 48 horas a una quemadura menor de segundo grado por la rápida regeneración de los tejidos y dejar apenas cicatriz. Contiene aceites que son utilizados en la industria de los cosméticos. Muchas firmas de cosméticos también incluyen productos fabricados a base de *Aloe vera* como tónicos faciales y capilares, cremas limpiadoras, anti arrugas, desodorantes, etc.

El aloe es un ingrediente importante en muchos productos de belleza. Penetra en las tres capas de la piel: epidermis, la dermis, la hipodermis y expulsa las bacterias y los depósitos de grasa que tapan los poros. Al mismo tiempo la acción de los nutrientes naturales, los minerales, las vitaminas, los aminoácidos y

las enzimas, estimulan la reproducción de nuevas células. También es un importante regenerador celular, cicatrizante, tonificador de la piel. Cuando se usa con regularidad, evita las arrugas prematuras y retarda la aparición de las mismas con la edad (Elaloevera, 2010).

2.2.1.2. Características botánicas

Cadenahortofruticola.org.com (2010), menciona que, la raíz es larga, formando un rizoma que puede ser dividido para propagar la planta. Cuando se efectúan prácticas culturales y se corta el rizoma se da origen a una nueva planta, llamada hijos. Estos sirven para continuar propagando la plantación.

El tallo es corto y grueso, alrededor de él van creciendo las hojas en forma de rosetón hasta alcanzar la altura de un metro. Puede vivir hasta dos años de edad (Cadenahortofruticola.org.com, 2010).

El mismo autor indica que las hojas son llamadas pencas, son grandes, gruesas, suculentas o carnudas, cortas, anchas, con dientes doblados hacia arriba, con puntas agudas y espinas en los bordes. Estas contienen una gelatina que es llamado acíbar y es lo que se explota comercialmente. Este es un jugo amarillo y amargo.

Según Guzmán (1990), las flores están agrupadas en racimos simples o compuestos, son hermafroditas; los verticilos florales son trímeros; el cáliz al igual que la corola consta de tres piezas coloreadas. El gineceo está formado por tres carpelos que origina un ovario de tres lóbulos que al transformarse en fruto da origen a una capsula con gran variedad de semillas.

El fruto es una cápsula coriácea, que abre por líneas longitudinales hacia la cavidad de los lóculos; semillas tres anguladas (es decir con corte triangular-triquetras) aplanadas o más o menos aladas, negras (Sánchez, 1969).

2.2.1.3. Requerimiento del cultivo

Según Guzmán (1990), el habitat natural de la sábila son aquellas regiones de bajas precipitaciones, característico de ecologías áridas, en

donde la precipitación es menor que la evaporación. Posee órganos de las distintas índoles que normalizan la transpiración, escaso número de estomas y una cutícula que reviste los planos foliares de la hoja que restringe por supuesto la transpiración.

2.2.1.3.1. Suelo

García (2002), indica que la sábila crece en lugares soleados, terronosos, rocosos y pedregosos. Se desarrolla en cualquier tipo de suelo, pero será necesario que tenga buen drenaje. Prefiere suelos arenosos, franco-arenosos y franco-arenoso-arcillosos, con suficiente materia orgánica. El suelo ideal es el calcáreo, seco, arenoso y bien drenado como son los desérticos. No crece en áreas pantanosas.

2.2.1.3.2. Agua

Requiere de pequeñas cantidades hídricas. Es importante evitar la vinculación directa de la planta con la humedad para reducir al riesgo de pudrición de raíces y hojas (Actividadesrurales, 2010).

2.2.1.3.3. Clima

La temperatura ideal va de 20° a 28°C, con ambiente seco y en muchos casos con baja nubosidad, por lo general se caracteriza estas áreas por ser de una estructura boscosa xerofítica con elevada insolación (Guzmán, 1990).

2.2.1.3.4. Altitud

García (2002), menciona que *Aloe vera* se cultiva en alturas que van desde 400 a 2500 msnm, aunque en Cuba se obtienen buenos rendimientos en plantaciones a alturas inferiores a 400 msnm.

2.2.1.3.5. pH

Aloetrade.com (2010), manifiesta que Aloe requiere suelos con pH que va de alcalino a neutro o ligeramente ácido.

2.2.1.4. Manejo del cultivo

2.2.1.4.1. Preparación del suelo

El suelo debe prepararse mediante la mezcla de tierra, materia orgánica y arena para el desarrollo de las plantitas en las fundas. Luego cuando las plantas ya enraizadas (después de los dos meses), se llevan al lugar definitivo, es necesario hacer hoyos para la siembra. Será preferible para lograr el mejor desarrollo de las pencas y la mejor calidad de la gelatina donde se encuentra la Aloina, que los hoyos de siembra tengan materia orgánica bien descompuesta. Si el terreno es inclinado es necesario hacer obras de conservación de suelos como terrazas para evitar que la capa de suelo se erosione perdiéndose la fertilidad del mismo, manteniendo así la productividad del terreno y los buenos rendimientos en la plantación. Es necesario también que exista facilidad para sacar las hojas de sábila al momento de la cosecha (cadenahortofruticola.Sabila, 2010).

2.2.1.4.2. Siembra

La siembra del *Aloe vera* en el campo se hace por trasplante, para lo cual es necesario producir las plantitas en vivero y luego llevarlas al campo definitivo. Estas pueden reproducirse por división de la raíz o rizoma mientras la planta está sembrada produciéndose las plantitas que pueden sembrarse en bolsas y mantenerse durante dos meses antes de llevarlas al terreno definitivo. La época de siembra es cuando inicia la lluvia, en los meses de mayo a junio y si se tiene condiciones de riego puede establecerse en cualquier época del año (cadenahortofruticola.sabila, 2010).

Es preferible ejecutar la siguiente metodología de siembra:

a.-Obtención de los hijos de las plantas maduras luego de la cosecha.

b.-Plantarlos en semilleros tipo canteros, con buena humedad, fertilización.

c.-De tres a cuatro meses más tarde trasplantarlos al sitio definitivo de siembra (Guzmán, 1990).

2.2.1.4.3. Control de malezas

Se efectúa manualmente en el interior de las bolsas y químicamente en los pasillos con un herbicida de tipo Diuron (Karmex, por ejemplo) a 3 kg de p.c. por ha (cadenahortofruticola.sabila, 2010).

2.2.1.4.4. Fertilización

La planta no es muy exigente en nutrientes, actualmente se elabora un abono tipo compost, utilizando estiércol de vacuno, gallinaza, bagazo o cáscara de hoja de sábila (preveniente de la planta procesadora) y tierra, se han hecho aplicaciones de aproximadamente 100 quintales/ha (García, 2002).

2.2.1.4.5. Plagas y enfermedades

García (2002), expresa que las principales enfermedades en esta planta son producidas por hongos tales como *Fusarium alternata*, *Phytophthora* sp. y *Sclerotium solani*, provocando daños en el cuello de las plantas y en el sistema radical, ocasionando que las mismas se decapiten, sequen y mueran. Generalmente el exceso de humedad en el suelo provoca estos fenómenos adversos. Otros hongos detectados en las hojas fueron *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp. y *Curvularia* sp., que producen manchas en la superficie y en los bordes, así como endurecimiento de las puntas de las hojas.

2.2.2. Propagación asexual de la sábila

La sábila, aunque se propaga por semillas, no es recomendada entre otras causas por su tendencia a la hibridación; por lo que la forma más recomendada es a través de material vegetativo (hijos), obtenidos después de cada cosecha (Guzmán, 1990).

Para García. (2002), esta es una planta que se propaga en forma sexual y asexual. La propagación asexual es por medio de vástagos, bulbos o tallos de una planta adulta. La que más se recomienda es por medio de vástagos (a través de retoños de raíces), ya que la planta puede generar hasta 20 vástagos.

2.2.2.1. Factores que inciden en el enraizamiento

2.2.2.1.1. Temperatura

Según Herwig (1980), la temperatura constante y elevada es a menudo imprescindible para la multiplicación por esquejes así como para la formación de tallos en los esquejes.

La temperatura debe ser adecuada para la velocidad de emisión de las raíces. Como regla general la temperatura optima para enraizamiento es de 20 a 26°C (Mainardi, 1980).

2.2.2.1.2. Humedad

La humedad del aire no tiene mucha importancia como fuente directa del agua para los vegetales, pero tiene gran significado como reguladora de las pérdidas de agua por evaporación del suelo y por transpiración de las plantas (Estados Unidos, Servicio de Conservación de Suelos, 1972).

2.2.2.1.3. Luz

Gorini (1972), manifiesta que determinadas intensidades de luz son requeridas para el mejor enraizamiento, puesta que esta bloquea el transporte de auxinas en los ápices de los esquejes, transfiriendo las auxinas hacia zonas que reciben menor cantidad de luz, desencadenando el fenómeno de enraizamiento.

2.2.3. Tipos de sustratos para el enraizamiento

Hartman y Kester (1974), mencionan que un medio ideal de enraizamiento es aquel que contiene suficiente porosidad para permitir una buena aireación y una capacidad elevada de retención de humedad, pero al mismo tiempo debe estar bien drenado.

2.2.3.1. Arena

De acuerdo a Hartman y Kester (1974), la arena de grado satisfactorio para el enraizamiento es la que se usa en albañilería para enlucidos, siendo esta la más utilizada de los medios. La arena virtualmente no contiene nutrientes por lo que no tiene capacidad amortiguador respecto a sustancias químicas.

2.2.3.2. Pomina

Gorini (1972) manifiesta que al utilizar la pomina como medio de enraizamiento se tiene un buen resultado por ser un material esponjoso y poroso que atrapa el aire impidiendo así que se sature de agua por completo; es químicamente inerte y de reacción neutra. Las partículas tienen un diámetro de 1,5 a 3,1 mm.

2.2.3.3. Turba

La turba es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en [carbono](#). Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se emplea como [combustible](#) y en la obtención de [abonos](#) orgánicos (Wikipedia, 2010).

2.2.3.4. Tierra negra

Agenjo (1964), menciona que las propiedades más relevantes de la tierra negra son: la retención de humedad, textura franco arcilloso, reserva de

bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas, aireación, estabilidad estructural, etc, depende marcadamente de aportaciones de materia orgánica.

2.2.4. Reguladores de crecimiento

2.2.4.1. Importancia

Hill (1977), cita que una hormona de crecimiento vegetal es una sustancia orgánica sintetizada al interior de una planta que a bajas concentraciones puede activar, inhibir o modificar cualitativamente el crecimiento, ejerciendo esta acción en un lugar distinto al de origen.

Se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizadas en laboratorio, otorgando respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo y desarrollo de la planta (*Infojardin, 2010*).

Los reguladores de crecimiento son sustancias preparadas sintéticamente y del mismo tipo de las producidas por las plantas en forma natural. Las hormonas producidas por las plantas son elaboradas en los brotes terminales. Señala también que existen varios grupos de estas sustancias, de ellas, las auxinas son las de mayor interés para el enraizamiento (Heede y Lecourt, 1981).

Vozmediano (1982), cita que las hormonas de enraizamiento pertenecen a la familia de las auxinas y dentro de estas las más utilizadas son el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA).

2.2.4.2. Hormonagro

Colinagro (s.f.), manifiesta que el Hormonagro es un poderoso estimulante para mejorar el sistema radicular de las plantas. Para la

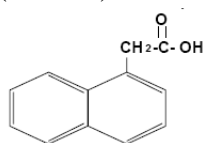
propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes, entre otros materiales vegetativos. Con el uso de Hormonagro, se fomenta eficazmente el enraizamiento. Las raíces que surgen luego de aplicaciones foliares de los reguladores de crecimiento contenidos en Hormonagro son de origen similar a las producidas normalmente por la planta. Se emplea impregnando la base de los esquejes o estacas ligeramente con el producto. También puede emplearse en solución, para aspersiones foliares o a las estacas, a razón de 20 a 30 gramos por cada 20 litros de agua de solución.

La función de Hormonagro es estimular la división celular. Actualmente los viveristas los utilizan para inducir la formación de raíces en estacas, acodos y esquejes. El hormonagro contiene una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA (ácido indolbutírico) y IAA, (ácido indolacético), el uso es verter parte del contenido en un envase esmaltada y sumergir las estacas 2,5 cm en esta hormona durante cinco segundos y luego sacudir ligeramente las estacas para remover el exceso y proceder a sembrar. También se puede realizar también tomando una parte del hormonagro # 1 añadir 30 partes de agua sumergir 2,5 cm de la base de la estaca en esta mezcla preparada durante 16 horas y proceder a la siembra (Colinagro, s.f.).

2.2.4.2.1. Descripción del producto

Nombre comercial: Hormonagro

Ingrediente activo: ácido 1 –Naftalenacético
(A.N.A.)



Concentración: 17,2 g/l

Aspecto: líquido transparente

Estabilidad a la luz: inestable, debe mantenerse en lugar oscuro

Densidad: 1,00 g/ml

Corrosividad: corrosivo a metales

pH en solución al 10%: 10

2.2.4.2.2. **Formas de aplicación**

Se tienen tres formas de aplicación (Colinagro, s.f.):

Método A: se vierte parte del contenido del frasco en una vasija esmaltada y se sumergen 2 ½ cm de la base de las estacas en el polvo, durante cinco segundos y luego se procede a la plantación.

Método B: se toma una parte de Hormonagro y se añade 30 partes de agua, se sumerge 2 ½ cm, de la base de las estacas en esta mezcla preparada durante 16 horas, para luego proceder a la plantación.

El mismo autor recomienda aplicaciones foliares de Hormonagro, cada una de ellas en proporción de 100 a 150 cc por 200 litros de agua.

2.2.5. **Producción de plántulas**

El cultivo de sábila ha venido decayendo a largo de los tiempos por la falta de plántulas y el desconocimiento de la propagación, de la misma forma el tratamiento que se debe realizar para la obtención de nuevas plantas, lo que disminuye el rédito económico en los agricultores del sector.

2.2.5.1. **Calidad de plántulas**

Una buena calidad de plántula presenta parámetros notables como: altura de plántula, diámetro de tallo que es determinante para mantener un equilibrio entre la parte inferior y superior de la planta. Cuando se tienen pocas hojas disminuye la transpiración pero igualmente puede significar un manejo inadecuado previo a su venta. Las características del sistema radicular deben guardar relación con la parte aérea. Es importante tanto el volumen como su longitud que asegure la adaptabilidad al suelo y la absorción de nutrientes (Gordon y Barden, 1984).

2.3. HIPÓTESIS

Ho: Los sustratos de enraizamiento con aplicación de hormona no contribuyen al mejor enraizamiento de la sábila (*Aloe vera*).

Ha: Los sustratos de enraizamiento con aplicación de hormona contribuyen al mejor enraizamiento de la sábila (*Aloe vera*).

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Sustratos de enraizamiento

Regulador de crecimiento

2.4.2. Variables dependientes

Longitud del sistema radicular, volumen del sistema radicular, ancho de hoja, longitud de la hoja, área foliar, porcentaje de sobrevivencia.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Concepto	Categoría	Indicador	Unidad
Variables dependientes			
Calidad de plántulas Está dada por parámetros y atributos que presentan las plántulas.	Raíz	Longitud	cm
		Volumen	cc
	Hoja	Longitud	cm
		Ancho	cm
		Área foliar	cm ²
		Sobrevivencia	%
Variables independientes			
Sustratos de enraizamiento	Tierra negra	Relación en la mezcla	%
	Pomina	Relación en la mezcla	%
	Arena	Relación en la mezcla	%
	Turba	Relación en la mezcla	%
Regulador de crecimiento	Hormonagro N°1	Dosis	g/litro

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación fue cuali-cuantitativo, pues determinó el tipo del sustrato con la finalidad de incrementar el rendimiento del cultivo.

La modalidad es de tipo mixto debido a que se realizó el análisis bibliográfico como el documental en la ejecución del trabajo en el campo.

El tipo de investigación es experimental ya que trata de determinar el mejor sustrato, para el rápido enraizamiento de la sábila, como también la aplicación de una hormona.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Luis Alfonso Cholota Cholota, localizado en la parroquia Picaihua, barrio Jerusalén, vía al caserío San Juan., al oriente del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 1° 16' 06" de latitud Sur y 78° 34' 41" de longitud Oeste (Sistema de posicionamiento global GPS), a la altitud de 2 650 msnm.

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

Según la Estación Meteorológica de primer orden “Querochaca” (2009), el clima de esta zona es templado, con una temperatura media de 12,5°C, precipitación anual de 600 mm, humedad relativa comprende un 77% y velocidad de viento de 4,2 m/s.

3.3.2. Suelo

La característica del suelo de la zona es arenoso y franco-arenoso, con pendiente del 2% y un relieve plano ondulado.

3.3.3. Agua

La propiedad cuenta con agua de riego del sistema Ambato-Huachi-Pelileo módulo 28. Con un caudal de 28 litros por segundo y pH de 7,9.

3.3.4. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1982), la zona en la cual se desarrolló el estudio corresponde a la formación bosque seco-Montano Bajo (bs-MB) en transición con estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

3.3.5. Cultivos

Los cultivos predominantes de los agricultores del sector Jerusalén son: maíz blanco, arveja, papa de variedades Cecilia y Semíchola, a más de alfalfa de variedades morada y blanca. Existe en la zona cultivos frutales predominantes como: mora, tomate de árbol, pera, aguacate, Claudia y capulí.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Sustratos

Se utilizaron nueve combinaciones de sustratos de enraizamiento, con los siguientes materiales: arena, tierra negra, pomina, turba, en las siguientes proporciones:

	Sustrato	Proporción	Símbolo
1.	Arena + pomina	(1:1)	S1
2.	Arena + tierra negra	(1:1)	S2
3.	Arena + turba	(1:1)	S3
4.	Pomina + tierra negra	(1:1)	S4
5.	Pomina + turba	(1:1)	S5
6.	Tierra negra + turba	(1:1)	S6
7.	Arena + pomina + tierra negra + turba	(1:1:1:1)	S7
8.	Arena + pomina + tierra negra + turba	(1:1:2:1)	S8
9.	Arena + pomina + tierra negra + turba	(2:1:1:1)	S9

3.4.2. Regulador de crecimiento

Con hormona (Hormonagro No. 1)	R1
Sin hormona	R2

3.4.3. Testigo

Suelo de la zona, sin aplicación de hormona.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial $9 \times 2 + 1$ testigo, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 19, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo, como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Sustratos	Reguladores de crecimiento
1	S1R1	Arena + pomina (1:1)	Con hormona
2	S1R2	Arena + pomina (1:1)	Sin hormona
3	S2R1	Arena + tierra negra (1:1)	Con hormona
4	S2R2	Arena + tierra negra (1:1)	Sin hormona
5	S3R1	Arena + turba (1:1)	Con hormona
6	S3R2	Arena + turba (1:1)	Sin hormona
7	S4R1	Pomina + tierra negra (1:1)	Con hormona
8	S4R2	Pomina + tierra negra (1:1)	Sin hormona
9	S5R1	Pomina + turba (1:1)	Con hormona
10	S5R2	Pomina + turba (1:1)	Sin hormona
11	S6R1	Tierra negra + turba (1:1)	Con hormona
12	S6R2	Tierra negra + turba (1:1)	Sin hormona
13	S7R1	Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1)	Con hormona
14	S7R2	Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1)	Sin hormona
15	S8R1	Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1)	Con hormona
16	S8R2	Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1)	Sin hormona
17	S9R1	Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1)	Con hormona
18	S9R2	Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1)	Sin hormona
19	T	Suelo de la zona	Sin hormona

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factor sustratos e interacción; pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor reguladores de crecimiento. Para las variables longitud de la hoja y ancho de la hoja se efectuaron análisis de covariancia, tomando como covariable los datos iniciales de cada variable.

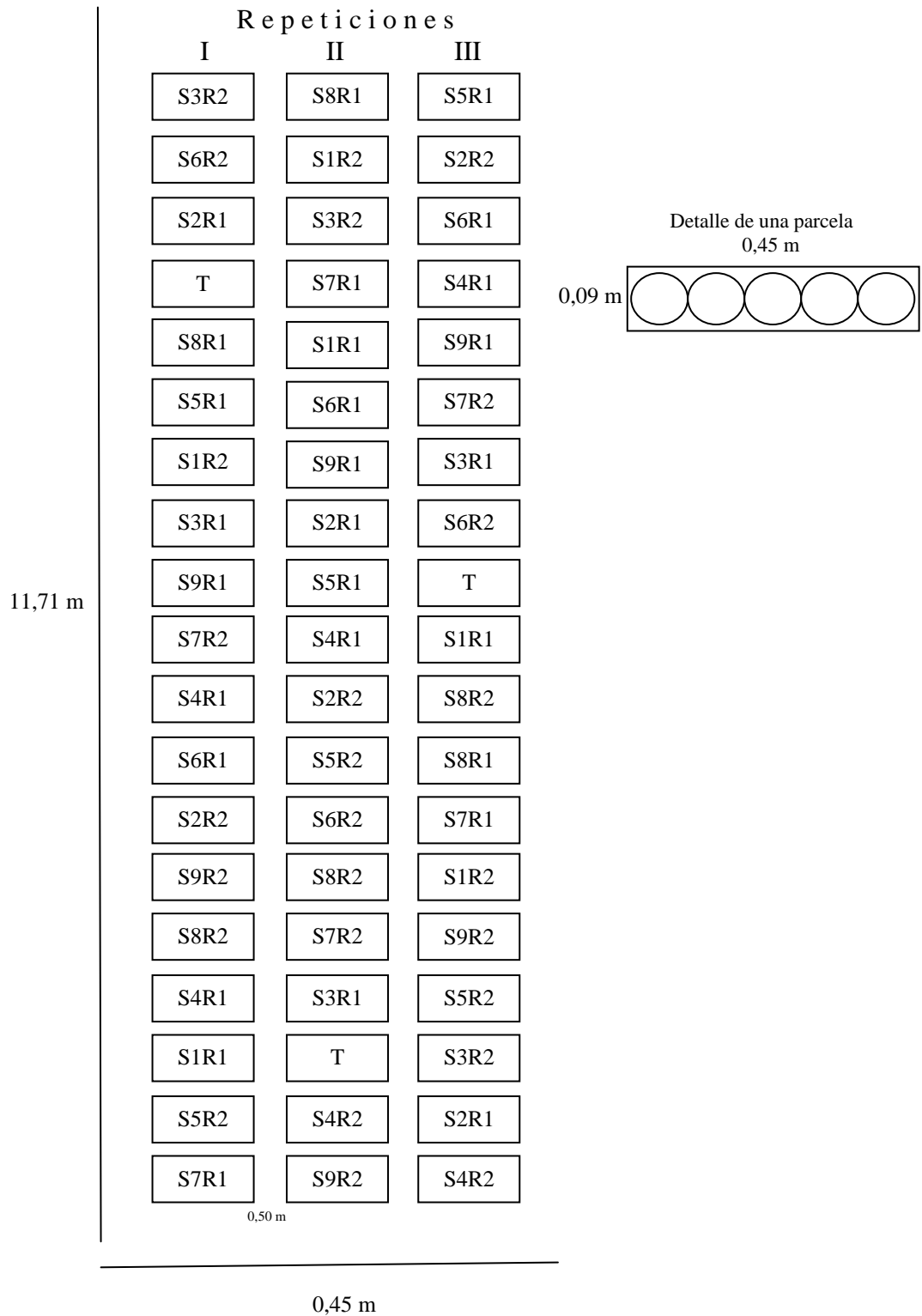
El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Cada parcela experimental disponía de cinco fundas de polietileno con una plántula cada funda:

Diámetro de cada funda:	0,09 m
Largo de la parcela:	0,45 m
Ancho de la parcela:	0,09 m
Área por parcela:	0,041 m ²
Área total de parcelas:	2,34 m ²
Largo del bloque:	11,71 m
Ancho del bloque:	0,45 m
Área por bloque:	5,27 m ²
Ancho del lote:	3,35 m
Área total del ensayo:	39,23 m ²
Área de caminos:	36,89 m ²
Caminos entre parcelas:	0,50 m
Número de plántulas/parcela:	5
Número de plántulas a evaluar:	3

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo



3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Longitud del sistema radicular

Al final de la investigación (60 días de la plantación), se midió la longitud del sistema radicular con cinta métrica, de las tres plántulas de la parcela neta, midiendo desde el cuello de la raíz hasta el pie de la cofia.

3.8.2. Volumen del sistema radicular

El volumen del sistema radicular se registró al final del ensayo (60 días de la plantación), mediante el método volumétrico, efectuando la medición a las tres plántulas de la parcela neta, utilizando una probeta de 100 ml.

3.8.3. Longitud de la hoja

La longitud de la hoja se estableció midiendo con calibrador Vernier desde la base hasta el ápice de la hoja, en dos hojas tomadas al azar de las tres plantas de la parcela neta. Las lecturas se efectuaron al inicio (momento de la plantación) y al final del ensayo (60 días de la plantación).

3.8.4. Ancho de la hoja

El ancho de la hoja se obtuvo midiendo con calibrador Vernier en la parte media de la hoja, en dos hojas tomadas al azar de las tres plantas de la parcela neta. Las lecturas se efectuaron al inicio (al momento de la plantación) y al final del ensayo (60 días de la plantación).

3.8.5. Área foliar

El área foliar se registró utilizando la malla de puntos, en dos hojas tomadas al azar de las tres plantas de la parcela neta al final del ensayo (60 días de la plantación).

3.8.6. Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia se obtuvo registrando el número de plántulas desarrolladas del total de plantas de la parcela, al finalizar el ensayo (60 días de la plantación).

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Recolección, selección y desinfección de hijuelos

Antes de recolectar los hijuelos, se realizó el reconocimiento de la zona donde existen plantas de sábila (cultivar de sábila blanca), con el propósito de seleccionar aquella donde se encuentre el mayor número de plantas en condiciones de producir.

Para la recopilación del material vegetativo se seleccionaron plantas de un año de edad, con buenas características agronómicas, libres de plagas y enfermedades. Los hijuelos presentaron cuatro hojas de buenas características.

Todo el material vegetativo se desinfectó con Vitavax (Carboxin-Thiram) en dosis de 1,5 g/l.

3.9.2. Preparación de hijuelos y aplicación de hormona

Con el material vegetativo recolectado se procedió a preparar los hijuelos, eliminando aquellos que presentaron mal formaciones y ataques de patógenos. La aplicación de hormona (Hormonagro No. 1) en la dosis recomendada (50 g/20 l), se efectuó sumergiendo la base de los hijuelos en la mezcla durante 12 horas, para después proceder a la plantación.

3.9.3. Preparación de sustratos

Los sustrato fueron recolectados en las zonas adecuadas como: pomina y arena de las minas del sector de Picaihua, suelo negro del sector de

Pilahuín comunidad Yanzaputzán, turba de la marca “Klassman” de las casas comerciales agrícolas y suelo perteneció a la zona de Picaihua de proporciones: arena 65%, limo 20% y arcilla 15% (franco arenoso).

Se procedió a mezclar cada uno de los componentes de los sustratos en las proporciones establecidas para el ensayo, para posteriormente homogenizar utilizando una pala.

3.9.4. Decontaminación de los sustratos

Los sustratos se decontaminaron aplicando Captan (Captan) en dosis de 1,8 g/l de agua, aplicando en drench.

3.9.5. Llenado de fundas con sustrato

Se utilizaron fundas de polietileno color negro de 9 cm de diámetro por 11 cm de largo, las mismas que se perforaron para permitir el drenaje adecuado, procediendo a llenar con el sustrato correspondiente. Las fundas fueron distribuidas de acuerdo al diseño experimental en el lugar definitivo del ensayo.

3.9.6. Sombreador

Se construyó un sombreador, cubierto con sarán, bajo el cual se colocaran las fundas para dar el ambiente adecuado para el desarrollo de los hijuelos. El material que se utilizó fue sarán 50% de luminosidad, de 5 m de ancho por 11 m de largo y los laterales con sarán 50% de luminosidad.

3.9.7. Plantación de hijuelos

La plantación de los hijuelos se efectuó enterrando el 20% del hijuelo en el sustrato.

3.9.8. Riegos

Los riegos se realizaran manualmente, con la ayuda de una regadera, tratando de mantener una buena humedad, para lograr un buen enraizamiento y desarrollo de las nuevas plantas.

3.9.9. Control de malezas

El control de malezas se efectuó manualmente para mantener limpio el ensayo, en dos ocasiones: el primero a los 25 días de la plantación y el segundo a los 55 días respectivamente.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Longitud del sistema radicular

La longitud del sistema radicular, tomado al final del ensayo, para cada tratamiento, se presenta en el anexo 1, con longitudes que van desde 8,50 cm hasta 27,9 cm, promedio de 18,59 cm. El análisis de variancia (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor sustratos se diferenció a nivel del 1%, el factor regulador de crecimiento a nivel de 5%, no mostrando diferencias significativas la interacción de los dos factores, como también la comparación testigo versus resto de tratamiento. El coeficiente de variación fue de 13,80%, lo que confiere confiabilidad a los resultados presentados.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	15,437	7,718	1,17 ns
Tratamientos	18	1 069,901	59,439	9,04 **
Sustratos (S)	8	957,296	119,662	18,19 **
Regulador. crecimiento (R)	1	43,758	43,758	6,65 *
S x R	8	51,401	6,425	0,98 ns
Testigo versus resto	1	17,446	17,446	2,65 ns
Error experimental	36	236,762	6,577	
Total	56	1 322,099		

Coeficiente de variación: 13,80%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la longitud del sistema radicular, se detectaron nueve rangos de significación (cuadro 4). La mayor longitud del sistema radicular se observó en el tratamiento S9R1 (arena+pomina+tierra negra+turba 2:1:1:1, con hormona), con promedio de 25,33 cm, ubicado en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el

primer rango con rangos inferiores, cuyos promedios van desde 24,80 cm hasta 17,90 cm. El menor crecimiento en longitud del sistema radicular, por su parte, reportó el tratamiento S1R2 (arena + pomina 1:1, sin hormona), con el menor promedio de 11,00 cm, ubicado en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
17	S9R1	25,33	a
15	S8R1	24,80	ab
13	S7R1	24,07	abc
16	S8R2	23,43	abcd
11	S6R1	22,73	abcde
12	S6R2	21,83	abcdef
19	T	20,93	abcdefg
14	S7R2	20,90	abcdefg
18	S9R2	19,23	abcdefgh
8	S4R2	17,90	abcdefghi
7	S4R1	17,30	bcdefghi
3	S2R1	16,93	bcdefghi
9	S5R1	16,27	cdefghi
10	S5R2	15,80	defghi
5	S3R1	15,23	efghi
6	S3R2	14,43	fghi
4	S2R2	13,47	ghi
1	S1R1	11,54	hi
2	S1R2	11,00	i

Examinando el factor sustratos, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, en la evaluación de la longitud de la raíz, se apreciaron cuatro rangos de significación (cuadro 5). La longitud de la raíz fue significativamente mayor en las plántulas que se desarrollaron en el sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), al ubicarse en el primer rango el promedio de 24,12 cm. Les siguen los tratamientos de los sustratos (S7), (S6) y (S9), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 22,48 cm hasta 22,28 cm; mientras que, la longitud de la raíz fue significativamente menor en los tratamientos del sustrato conformado por arena + pomina en relación 1:1 (S1), al ubicarse en el último rango y lugar el promedio de 11,27 cm.

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Sustratos	Promedio (cm)	Rango
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1) (S8)	24,12	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1) (S7)	22,48	ab
Tierra negra + turba (1:1) (S6)	22,28	ab
Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1) (S9)	22,28	ab
Pomina + tierra negra (1:1) (S4)	17,60	bc
Pomina + turba (1:1) (S5)	16,03	cd
Arena + tierra negra (1:1) (S2)	15,20	cd
Arena + turba (1:1) (S3)	14,83	cd
Arena + pomina (1:1) (S1)	11,27	d

Analizando el factor regulador de crecimiento, en la longitud del sistema radicular, la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 6). Mayor longitud de la raíz experimentaron los tratamientos que recibieron aplicación de hormona (Hormonagro No. 1), con promedio de 19,36 cm, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos que no recibieron aplicación de hormona, reportaron raíces de menor longitud, al ubicarse en el segundo rango el promedio de 17,56 cm.

CUADRO 6. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Regulador de crecimiento	Promedio (cm)	Rango
Con hormona (Hormonagro No. 1) (R1)	19,36	a
Sin hormona (R2)	17,56	b

Evaluando los resultados del crecimiento en longitud del sistema radicular, se deduce que, los sustratos de enraizamiento y el regulador de crecimiento, causaron

diferencias en este crecimiento. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), con el cual, la longitud del sistema radicular se incrementó en promedio de 12,85 cm, que lo observado en el sustrato (S1). Igualmente, con la aplicación de hormona (Hormonagro No. 1) (R1), la longitud del sistema radicular se incrementó en promedio de 1,80 cm, que lo ocurrido en los tratamientos que no se aplicó regulador de crecimiento (R2); lo que permite inferir que, el sustrato de enraizamiento (S8) con aplicación de hormona, es el tratamiento apropiado para conseguir mayor crecimiento del sistema radicular de las plántulas de sábila, en estas primeras etapas de desarrollo. Según Hartmann y Kester (1974), el medio de enraizamiento proporciona humedad a la estaca, da aireación a la base de las estacas y las sostiene durante el enraizamiento, un medio propicio para enraizamiento es aquel que tenga la suficiente porosidad, para permitir buena aireación, capacidad elevada de retención de agua pero al mismo tiempo que esté bien drenado, lo que se consiguió con la combinación de arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1, dotando de mejores condiciones para el enraizamiento de las plántulas y consecuentemente, mayor longitud de raíces.

4.1.2. Volumen del sistema radicular

El anexo 2, muestra los valores del volumen del sistema radicular para cada tratamiento, registrado al final del ensayo, cuyos volúmenes fluctuaron desde 2,10 cc hasta 17,13 cc, con promedio general de 18,82 cc. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 7), se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor sustratos se diferenció a nivel del 1%, el factor regulador de crecimiento a nivel de 5%, no mostrando diferencias significativas la interacción de los dos factores, como también la comparación testigo versus resto de tratamiento. El coeficiente de variación fue de 19,77%, lo que confiere una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el volumen del sistema radicular, registró cinco rangos de significación (cuadro 8). El mayor volumen del sistema radicular se detectó en el tratamiento S8R1

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIAS PARA VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	3,417	1,709	0,37 ns
Tratamientos	18	927,274	51,515	11,26 **
Sustratos (S)	8	886,097	110,762	24,20 **
Regulador. crecimiento (R)	1	31,434	31,434	6,87 *
S x R	8	5,599	0,700	0,15 ns
Testigo versus resto	1	4,143	4,143	0,91 ns
Error experimental	36	164,749	4,576	
Total	56	1 095,440		

Coefficiente de variación: 19,77%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

(arena+pomina+tierra negra+turba 1:1:2:1, con hormona), con promedio de 16,83 cc, ubicado en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con promedios que van desde 15,47 cc hasta 10,43 cc. El menor volumen del sistema radicular, por su parte, se observó en el tratamiento S1R2 (arena + pomina 1:1, sin hormona), con el menor promedio de 3,97 cc, al ubicarse en el último rango y lugar en la prueba, entre otros que compartieron el último rango.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Tratamientos		Promedio (cc)	Rango
No.	Símbolo		
15	S8R1	16,83	a
13	S7R1	15,47	ab
17	S9R1	15,20	ab
11	S6R1	15,17	ab
16	S8R2	15,13	ab
14	S7R2	14,07	abc
18	S9R2	13,97	abc
12	S6R2	12,57	abcd
19	T	11,97	abcd
7	S4R1	11,30	abcd
9	S5R1	10,43	abcde
8	S4R2	9,97	bcde
10	S5R2	8,47	cde
5	S3R1	8,00	cde
6	S3R2	7,47	cde
3	S2R1	6,63	de
1	S1R1	4,67	e
4	S2R2	4,37	e
2	S1R2	3,97	e

Con respecto al factor sustratos, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, en la evaluación del volumen del sistema radicular, se registraron cinco rangos de significación (cuadro 9). El volumen radicular fue significativamente mayor en las plántulas que se desarrollaron en el sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), ubicado en el primer rango con promedio de 15,98 cc. Les siguen los tratamientos de los sustratos (S7), (S9) y (S6), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 14,77 cc hasta 13,87 cc; mientras que, el volumen de la raíz fue significativamente menor en los tratamientos del sustrato conformado por arena + pomina en relación 1:1 (S1), ubicado en el quinto rango y último lugar, con promedio de 4,32 cc.

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Sustratos	Promedio (cc)	Rango
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1) (S8)	15,98	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1) (S7)	14,77	ab
Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1) (S9)	14,58	ab
Tierra negra + turba (1:1) (S6)	13,87	ab
Pomina + tierra negra (1:1) (S4)	10,63	bc
Pomina + turba (1:1) (S5)	9,45	cd
Arena + turba (1:1) (S3)	7,73	cde
Arena + tierra negra (1:1) (S2)	5,50	de
Arena + pomina (1:1) (S1)	4,32	e

En cuanto al factor regulador de crecimiento, en el volumen del sistema radicular, mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 10). El mayor volumen del sistema radicular reportaron los tratamientos que recibieron aplicación de hormona (Hormonagro No. 1), con promedio de 11,52 cc, ubicado en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que no recibieron aplicación de hormona, reportaron raíces de menor volumen, al ubicarse en el segundo rango el promedio de 9,99 cm.

CUADRO 10. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Regulador de crecimiento	Promedio (cc)	Rango
Con hormona (Hormonagro No. 1) (R1)	11,52	a
Sin hormona (R2)	9,99	b

Analizando los resultados del volumen del sistema radicular, es posible deducir que, los sustratos de enraizamiento y el regulador de crecimiento, causaron diferencias en este crecimiento, al observarse tratamientos con mayor volumen radicular. Los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), con el cual, el volumen del sistema radicular se incrementó en promedio de 11,66 cc, que lo detectado en los tratamientos del sustrato (S1). Así mismo, con la aplicación de hormona (Hormonagro No. 1) (R1), el volumen del sistema radicular se incrementó en promedio de 1,53 cc, que lo ocurrido en los tratamientos que no se aplicó regulador de crecimiento (R2); lo que permite inferir que, las plántulas de sábila, respondieron apropiadamente, cuando se desarrollan en el sustrato de enraizamiento (S8) con aplicación de hormona, obteniéndose a más de mayor crecimiento en longitud de la raíz, mejor volumen de la masa radicular. Primo y Carrasco (1977) expresan que la utilización de hormona para enraizamiento es el compuesto más eficaz para estimular la división celular y generación de raíces adventicias de muchas especies, la emigran quienes a través de los tejidos vegetales desde los extremos de las ramas hacia las raíces. Estimulan el crecimiento de las células, después provocan la división, de ese modo contribuyen al apareamiento de nuevos brotes.

4.1.3. Longitud de la hoja

En el anexo 3, se registran los valores del crecimiento en longitud de la hoja al inicio del ensayo y en el anexo 4, la longitud de la hoja al final del ensayo, cuyas longitudes variaron entre 9,5 cm y 20,1 cm, con promedio general de 14,33

cm, con los que se calculó el análisis de covariancia (cuadro 11), el mismo que reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor sustratos se diferenció a nivel del 1%, el factor regulador de crecimiento a nivel de 5% y la interacción de los dos factores fue altamente significativa, sin encontrar diferencias significativas en la comparación testigo versus resto de tratamiento. La covariable (longitud de la hoja inicial) fue significativa a nivel del 5%, por lo que se justifica la utilización de covariancia en los análisis. El coeficiente de variación fue de 8,84%, lo que dota de alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE COVARIANCIA PARA LONGITUD DE LA HOJA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,471	0,236	0,15 ns
Tratamientos	18	287,589	15,977	9,97 **
Sustratos (S)	8	191,293	23,912	14,92 **
Regulador. crecimiento (R)	1	8,440	8,440	5,27 *
S x R	8	91,700	11,462	7,15 **
Longitud de hoja inicial (cov.)	1	10,815	10,815	6,75 *
Testigo versus resto	1	0,784	0,784	0,49 ns
Error experimental	35	56,101	1,603	
Total	56	447,775		

Coeficiente de variación: 8,84%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la longitud de la hoja (valores ajustados por covariancia), se detectaron siete rangos de significación (cuadro 12). La mayor longitud de la hoja se registró en el tratamiento S8R1 (arena+pomina+tierra negra+turba 1:1:2:1, con hormona), con promedio de 19,41 cm, ubicado en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con promedios que van desde 18,69 cm hasta 15,66 cm. La menor longitud de la hoja, se observó en el tratamiento S2R1 (arena + tierra negra 1:1, con hormona), con el menor promedio de 11,07 cm, ubicado en el último rango y lugar en la prueba.

Analizando el factor sustratos, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, en la evaluación del crecimiento en longitud de la hoja (valores ajustados por

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
15	S8R1	19,41	a
13	S7R1	18,69	ab
4	S2R2	17,45	abc
16	S8R2	16,81	abcd
11	S6R1	15,66	abcde
14	S7R2	15,45	bcde
7	S4R1	15,03	bcdef
17	S9R1	14,93	bcdef
12	S6R2	13,92	cdefg
19	T	13,83	cdefg
18	S9R2	13,69	cdefg
8	S4R2	13,37	defg
9	S5R1	13,06	defg
5	S3R1	12,75	efg
1	S1R1	12,20	efg
10	S5R2	12,17	efg
2	S1R2	11,43	fg
6	S3R2	11,31	fg
3	S2R1	11,07	g

covariancia), existieron cinco rangos de significación (cuadro 13). La mayor longitud de la hoja experimentaron las plántulas que se desarrollaron en el sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), al ubicarse en el primer rango con promedio de 18,11 cm; seguido de los tratamientos del sustrato (S7), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 17,07 cm; en tanto que, la longitud de la hoja fue significativamente menor en los tratamientos del sustrato conformado por arena + pomina en relación 1:1 (S1), ubicado en el quinto rango y último lugar, con promedio de 11,82 cm.

En referencia al factor regulador de crecimiento, en el crecimiento en longitud de la hoja (valores ajustados por covariancia), según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 14). Las hojas experimentaron mayor crecimiento en longitud en los tratamientos que recibieron aplicación de hormona (Hormonagro No. 1), con promedio de 14,76 cm, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos que no recibieron aplicación de hormona, reportaron hojas de menor longitud, al ubicarse en el segundo rango el promedio de 13,96 cm.

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Sustratos	Promedio (cm)	Rango
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1) (S8)	18,11	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1) (S7)	17,07	ab
Tierra negra + turba (1:1) (S6)	14,79	bc
Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1) (S9)	14,30	cd
Arena + tierra negra (1:1) (S2)	14,26	cde
Pomina + tierra negra (1:1) (S4)	14,20	cde
Pomina + turba (1:1) (S5)	12,61	cde
Arena + turba (1:1) (S3)	12,04	de
Arena + pomina (1:1) (S1)	11,82	e

CUADRO 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Regulador de crecimiento	Promedio (cm)	Rango
Con hormona (Hormonagro No. 1) (R1)	14,76	a
Sin hormona (R2)	13,96	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción sustratos por regulador de crecimiento, en la longitud de la hoja (valores ajustados por covariancia), se detectaron seis rangos de significación (cuadro 15). La mayor longitud de la hoja se registró en la interacción S8R1, con promedio de 19,41 cm, ubicado en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con promedios que van desde 18,69 cm hasta 15,45 cm. La menor longitud de la hoja, por su parte, se observó en la interacción S2R1, con el menor promedio de 11,07 cm, ubicado en el último rango y lugar en la prueba, entre otras interacciones que compartieron el último rango.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SUSTRATOS POR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Interacción S x R	Promedio (cm)	Rango
S8R1	19,41	a
S7R1	18,69	ab
S2R2	17,45	abc
S8R2	16,81	abcd
S6R1	15,66	abcde
S7R2	15,45	abcde
S4R1	15,03	bcdef
S9R1	14,93	bcdef
S6R2	13,92	cdef
S9R2	13,69	cdef
S4R2	13,37	def
S5R1	13,06	def
S3R1	12,75	ef
S1R1	12,20	ef
S5R2	12,17	ef
S1R2	11,43	f
S3R2	11,31	f
S2R1	11,07	f

Observando los resultados del análisis estadístico del crecimiento en longitud de la hoja, es posible deducir que, los sustratos de enraizamiento y el regulador de crecimiento, causaron diferencias en este crecimiento. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), con el cual, la longitud de la hoja se incrementó en promedio de 6,29 cm, que lo detectado en los tratamientos del sustrato (S1). Así mismo, con la aplicación de hormona (Hormonagro No. 1). (R1), la longitud de la hoja se incrementó en promedio de 0,80 cm, que lo ocurrido en los tratamientos que no se aplicó regulador de crecimiento (R2). Estos resultados permiten inferir que, las plántulas de sábila, respondieron satisfactoriamente, cuando se desarrollan en el sustrato de enraizamiento (S8) con aplicación de hormona, al alcanzarse hojas de mayor desarrollo en longitud, lo que mejora el crecimiento vegetativo de las plántulas. En este sentido Juscafresca (1977), indica que el sustrato, constituye un centro de actividades permanentes, donde crece, desarrolla y propaga las

raíces y ciertos órganos de las plantas, siendo la proporción de arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 la adecuada para que ocurra mayormente este proceso, consiguiéndose hojas de mayor longitud.

4.1.4. Ancho de la hoja

El anexo 5, indica los valores del crecimiento en ancho de la hoja al inicio del ensayo y en el anexo 6, el ancho de la hoja al final del ensayo, cuyos valores variaron desde 1,00 cm hasta 2,60 cm, con promedio general de 1,53 cm, con los que se calculó el análisis de covariancia (cuadro 16), el mismo que reportó diferencias estadísticas significativas para tratamientos. El factor sustratos se diferenció a nivel del 1%, como también el factor regulador de crecimiento, no mostrando diferencias significativas la interacción de los dos factores y la comparación testigo versus resto de tratamiento. La covariable (ancho de la hoja inicial) fue significativa a nivel del 1%, por lo que se justifica la utilización de covariancia en los análisis. El coeficiente de variación fue de 12,25%, lo que da alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 16. ANÁLISIS DE COVARIANCIA PARA ANCHO DE LA HOJA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,124	0,062	1,76 ns
Tratamientos	18	1,554	0,086	2,45 *
Sustratos (S)	8	1,167	0,146	4,17 **
Regulador. crecimiento (R)	1	0,371	0,371	10,60 **
S x R	8	0,047	0,006	0,17 ns
Ancho de hoja inicial (cov.)	1	0,756	0,756	21,43 **
Testigo versus resto	1	0,0002	0,0002	0,005 ns
Error experimental	35	1,235	0,035	
Total	56	4,967		

Coeficiente de variación: 12,25%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el ancho de la hoja (valores ajustados por covariancia), se determinaron dos rangos de significación (cuadro 17). El mayor ancho de la hoja se detectó en el tratamiento S8R1 (arena+pomina+tierra negra+turba 1:1:2:1, con hormona), con promedio de

1,96 cm, al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 1,77 cm hasta 1,41 cm. El menor ancho de la hoja, se observó en el tratamiento S3R2 (arena + turba 1:1, sin hormona), con el menor promedio de 1,31 cm, ubicado en el último rango y lugar en la prueba, entre otros promedios que compartieron el último rango.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ANCHO DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
15	S8R1	1,96	a
16	S8R2	1,77	ab
13	S7R1	1,75	ab
17	S9R1	1,72	ab
11	S6R1	1,67	ab
7	S4R1	1,61	ab
14	S7R2	1,57	ab
3	S2R1	1,54	ab
19	T	1,53	ab
5	S3R1	1,51	ab
18	S9R2	1,51	ab
12	S6R2	1,47	ab
1	S1R1	1,42	ab
4	S2R2	1,41	ab
9	S5R1	1,38	b
8	S4R2	1,37	b
10	S5R2	1,33	b
2	S1R2	1,32	b
6	S3R2	1,31	b

En cuanto al factor sustratos, la prueba de significación de Tukey al 5%, en la evaluación del crecimiento en ancho de la hoja (valores ajustados por covariancia), separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 18). Las hojas experimentaron mayor crecimiento en ancho en las plántulas que se desarrollaron en el sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), al ubicarse en el primer rango con promedio de 1,87 cm; seguido de los tratamientos de los sustratos (S7), (S9) y (S6), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 1,66 cm hasta 1,57 cm; mientras que, el ancho de la hoja fue significativamente menor en los tratamientos del sustrato conformado por pomina + turba en relación 1:1 (S5), al ubicarse en el segundo rango

y último lugar, con promedio de 1,36 cm, entre otros promedios que compartieron el segundo rango..

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE ANCHO DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Sustratos	Promedio (cm)	Rango
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1) (S8)	1,87	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1) (S7)	1,66	ab
Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1) (S9)	1,61	ab
Tierra negra + turba (1:1) (S6)	1,57	ab
Pomina + tierra negra (1:1) (S4)	1,49	b
Arena + tierra negra (1:1) (S2)	1,48	b
Arena + turba (1:1) (S3)	1,41	b
Arena + pomina (1:1) (S1)	1,37	b
Pomina + turba (1:1) (S5)	1,36	b

En relación al factor regulador de crecimiento, en el crecimiento en ancho de la hoja (valores ajustados por covariancia), mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 19). Las hojas experimentaron mayor ancho en los tratamientos que recibieron aplicación de hormona (Hormonagro No. 1), con promedio de 1,62 cm, ubicado en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que no recibieron aplicación de hormona, reportaron hojas de menor ancho, al ubicarse en el segundo rango el promedio de 1,45 cm.

CUADRO 19. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE ANCHO DE LA HOJA (VALORES AJUSTADOS)

Regulador de crecimiento	Promedio (cm)	Rango
Con hormona (Hormonagro No. 1) (R1)	1,62	a
Sin hormona (R2)	1,45	b

Examinando los resultados del análisis estadístico del crecimiento en ancho de la hoja, es posible informar que, los sustratos de enraizamiento y el regulador de crecimiento, causaron diferencias significativas en este crecimiento. Es así que, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), incrementándose el ancho de la hoja en promedio de 0,51 cm, al comparar con los tratamientos del sustrato (S3). Similar respuesta se obtuvo con la aplicación de hormona (Hormonagro No. 1) (R1), con el cual el ancho de la hoja se incrementó en promedio de 0,17 cm, que lo reportado en los tratamientos que no se aplicó regulador de crecimiento (R2). Estas respuestas demuestran que, las plántulas de sábila se desarrollan mejor en el sustrato de enraizamiento (S8) con aplicación de hormona, al obtenerse hojas más desarrolladas con mayor crecimiento en ancho. En este sentido, Rojas y Rovalo (1985), dicen que el desarrollo del vegetal, tanto en el aspecto de crecimiento como en el de diferenciación de órganos, se encuentra regulado por la presencia de sustancias químicas (hormona) que activan determinados procesos fisiológicos, por lo cual probablemente favoreció en el mejor crecimiento en ancho de la hoja.

4.1.5. Área foliar

Los valores correspondientes al área foliar, se detallan en el anexo 7, cuyas áreas fluctuaron desde 11,11 cm² hasta 41,18 cm², con promedio general de 22,30 cm². Mediante el análisis de variancia (cuadro 20), se observaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor sustratos se diferenció a nivel del 1%, como también el factor regulador de crecimiento y a nivel del 5% la interacción de los dos factores, no mostrando diferencias significativas la comparación testigo versus resto de tratamiento. El coeficiente de variación fue de 16,92%, que dota de alta confiabilidad a los resultados reportados.

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el área foliar, se establecieron siete rangos de significación (cuadro 21). La mayor área foliar se observó en el tratamiento S8R1 (arena+pomina+tierra negra+turba 1:1:2:1, con hormona), con promedio de 35,33 cm², al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ÁREA FOLIAR

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	3,071	1,535	0,11 ns
Tratamientos	18	2 621,687	145,649	10,23 **
Sustratos (S)	8	2 154,691	269,336	18,92 **
Regulador. crecimiento (R)	1	196,577	196,577	13,81 **
S x R	8	266,915	33,364	2,34 *
Testigo versus resto	1	3,503	3,503	0,25 ns
Error experimental	36	512,480	14,236	
Total	56	3 137,237		

Coefficiente de variación: 16,92%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

promedios que van desde 35,16 cm² hasta 26,77 cm². La menor área foliar, por su parte, se observó en el tratamiento S3R2 (arena + turba 1:1, sin hormona), con el menor promedio de 12,79 cm², ubicado en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR

Tratamientos		Promedio (cm ²)	Rango
No.	Símbolo		
15	S8R1	35,33	a
13	S7R1	35,16	ab
16	S8R2	31,47	abc
11	S6R1	28,36	abcd
17	S9R1	28,00	abcde
14	S7R2	26,77	abcdef
4	S2R2	23,61	bcdefg
7	S4R1	22,78	cdefg
18	S9R2	22,05	cdefg
12	S6R2	21,55	cdefg
19	T	21,24	cdefg
9	S5R1	19,05	defg
8	S4R2	17,63	defg
5	S3R1	17,60	defg
1	S1R1	16,49	efg
3	S2R1	15,57	fg
10	S5R2	15,08	g
2	S1R2	13,05	g
6	S3R2	12,79	g

En referencia al factor sustratos, según la prueba de significación de Tukey al 5%, en la evaluación del área foliar, se registraron cuatro rangos de significación

(cuadro 22). Las hojas experimentaron mayor crecimiento en área foliar, en las plántulas que se desarrollaron en el sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), ubicadas en el primer rango, con promedio de 33,40 cm²; seguido del tratamientos del sustrato (S7) que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 30,97 cm²; en tanto que, el área foliar fue significativamente menor en los tratamientos del sustrato conformado por arena + pomina en relación 1:1 (S1), al ubicarse en el cuarto rango y último lugar, con promedio de 14,77 cm², entre otros promedios que compartieron el cuarto rango.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR

Sustratos	Promedio (cm ²)	Rango
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1) (S8)	33,40	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1) (S7)	30,97	ab
Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1) (S9)	25,03	bc
Tierra negra + turba (1:1) (S6)	24,96	bc
Pomina + tierra negra (1:1) (S4)	20,21	cd
Arena + tierra negra (1:1) (S2)	19,59	cd
Pomina + turba (1:1) (S5)	17,07	d
Arena + turba (1:1) (S3)	15,19	d
Arena + pomina (1:1) (S1)	14,77	d

Con respecto al factor regulador de crecimiento, en la evaluación del área foliar, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se observaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 23). Las hojas reportaron mayor área foliar en los tratamientos que recibieron aplicación de hormona (Hormonagro No. 1), con promedio de 24,26 cm, ubicado en el primer rango; mientras que, los tratamientos que no recibieron aplicación de hormona, desarrollaron hojas con menor área foliar, al ubicarse en el segundo rango, con promedio de 20,45 cm.

Realizando la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción sustratos por hormona, en el área foliar, se establecieron seis rangos de significación (cuadro 24). La mayor área foliar se observó en la interacción S8R1, con promedio de 35,33 cm², al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que

CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR

Regulador de crecimiento	Promedio (cm ²)	Rango
Con hormona (Hormonagro No. 1) (R1)	24,26	a
Sin hormona (R2)	20,45	b

compartieron el primer rango con rangos inferiores, con promedios que van desde 35,16 cm² hasta 26,61 cm². La menor área foliar, por su parte, se observó en la interacción S3R2, con el menor promedio de 12,79 cm², ubicado en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SUSTRATOS POR REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LA VARIABLE ÁREA FOLIAR

Interacción S x R	Promedio (cm ²)	Rango
S8R1	35,33	a
S7R1	35,16	a
S8R2	31,47	ab
S6R1	28,36	abc
S9R1	28,00	abcd
S7R2	26,77	abcde
S2R2	23,61	abcdef
S4R1	22,78	bcdef
S9R2	22,05	bcdef
S6R2	21,55	bcdef
S5R1	19,05	cdef
S4R2	17,63	cdef
S3R1	17,60	cdef
S1R1	16,49	def
S2R1	15,57	ef
S5R2	15,08	ef
S1R2	13,05	f
S3R2	12,79	f

La evaluación estadística del área foliar, permite afirmar que, los sustratos de enraizamiento y el regulador de crecimiento, causaron diferencias significativas en el desarrollo del área foliar de las plántulas de sábila. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), incrementándose el área foliar en promedio de 18.63 cm², al comparar con los tratamientos del sustrato (S1). Similar respuesta se obtuvo con la aplicación de hormona (Hormonagro No. 1) (R1), con el área foliar se incrementó en promedio de 3,81 cm², que lo reportado en los tratamientos que no se aplicó regulador de crecimiento (R2). Estos resultados permiten inferir que, las plántulas de sábila se desarrollan mejor en el sustrato de enraizamiento (S8) con aplicación de hormona, obteniéndose hojas con mayor crecimiento en longitud y ancho, consecuentemente el desarrollo del área foliar es mayor. Para Fainstein (s.f.), las características que se piden de un buen sustrato, es estabilidad y que en un tiempo razonable no pierda sus cualidades físicas no se apelmace con demasiada rapidez e incrementa la densidad, para que no sea ni muy pesado ni muy ligero para poder mantener la humedad para las plántulas, combinando con la aplicación de hormona, lo que facilitó el mejor desarrollo vegetativo de la parte aérea de las plántulas, obteniéndose mayor área foliar.

4.1.6. Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia para cada tratamiento, se presenta en el anexo 8. con porcentajes que van desde 60,00% hasta 100%, con promedio general de 95,79%. Mediante el análisis de variancia (cuadro 25), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor sustratos se diferenció a nivel del 1%, no mostrando significación el factor regulador de crecimiento, como la interacción de los dos factores y la comparación testigo versus resto de tratamiento. El coeficiente de variación fue de 5,57%, lo que confiere una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el porcentaje de sobrevivencia, estableció tres rangos de significación (cuadro 26). El mayor porcentaje de sobrevivencia se detectó en varios tratamientos que compartieron el

CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	42,105	21,053	0,74 ns
Tratamientos	18	4 322,807	240,156	8,44 **
Sustratos (S)	8	1 437,037	179,630	6,31 **
Regulador. crecimiento (R)	1	66,667	66,667	2,34 ns
S x R	8	133,333	16,667	0,59 ns
Testigo versus resto	1	2 685,770	2 685,770	94,37 **
Error experimental	36	1 024,561	28,460	
Total	56	5 389,474		

Coefficiente de variación: 5,57%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

primer rango, con promedio compartido de 100,00%; seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios que van desde 93,33% hasta 86,67%. El menor porcentaje de sobrevivencia, por su parte, se registró en el testigo (suelo de la zona), con el menor promedio de 66,67%, ubicado en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Tratamientos		Promedio (%)	Rango
No.	Símbolo		
3	S2R1	100,00	a
5	S3R1	100,00	a
6	S3R2	100,00	a
7	S4R1	100,00	a
8	S4R2	100,00	a
9	S5R1	100,00	a
10	S5R2	100,00	a
11	S6R1	100,00	a
12	S6R2	100,00	a
13	S7R1	100,00	a
15	S8R1	100,00	a
16	S8R2	100,00	a
17	S9R1	100,00	a
18	S9R2	100,00	a
4	S2R2	93,33	ab
14	S7R2	93,33	ab
1	S1R1	86,67	ab
2	S1R2	80,00	bc
19	T	66,67	c

Evaluando el factor sustratos, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, en el porcentaje de sobrevivencia, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 27). El mayor porcentaje de sobrevivencia, experimentaron las plántulas de la mayoría de tratamientos, al compartir el primer rango, con promedio compartido de 100% de sobrevivencia; en tanto que, el menor porcentaje de sobrevivencia se observó en el tratamiento testigo, al ubicarse en el segundo rango y último lugar, con promedio de 83,33%.

CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SUSTRATOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Sustratos	Promedio (%)	Rango
Arena + turba (1:1) (S3)	100,00	a
Pomina + tierra negra (1:1) (S4)	100,00	a
Pomina + turba (1:1) (S5)	100,00	a
Tierra negra + turba (1:1) (S6)	100,00	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:2:1) (S8)	100,00	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (2:1:1:1) (S9)	100,00	a
Arena+pomina+tierra negra+turba (1:1:1:1) (S7)	96,77	a
Arena + tierra negra (1:1) (S2)	96,67	a
Arena + pomina (1:1) (S1)	83,33	b

De la evaluación estadística del porcentaje de sobrevivencia, se deduce que, los sustratos de enraizamiento y el regulador de crecimiento, causaron diferencias significativas en la sobrevivencia de plántulas. Los mejores resultados se obtuvieron en varios tratamientos que reportaron el 100% de sobrevivencia, incrementándose la sobrevivencia en promedio de 16,67%, al comparar con los tratamientos del sustrato (S1), que reportó el menor valor. Estos resultados permiten inferir que, las plántulas de sábila responden adecuadamente a los sustratos de enraizamiento, consiguiéndose mayores porcentajes de sobrevivencia, lo que mejora la producción de plántulas. Para Bonner y Galston (1973), el sustrato es un mosaico complejo de partículas rocosas de materiales y minerales característicos en ciertos casos y de microorganismos vivos y muertos, además de una extensa red de poros ocupados por el aire y el agua, dotando de

porosidad y la retención de agua adecuados para el desarrollo del sistema radicular de las plántulas, por lo que se obtienen mayor porcentaje de sobrevivencia.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para evaluar la rentabilidad de la utilización de nueve sustratos de enraizamiento con aplicación de Hormonagro No. 1, en la propagación asexual de sábila (*Aloe vera*), se determinaron los costos de producción del ensayo en 39,23 m² que constituyó el área de la investigación (cuadro 28), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 115,00 para mano de obra, \$ 169,51 para costos de materiales, dando el total de \$ 284,51.

CUADRO 28. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO

Labores	Mano de obra			Materiales				Costo total	
	No.	Costo unit.	Sub total	Nombre	Unid.	Cant.	Costo unit.		Sub total
Arriendo del lote				Lote	unidad	1,00	15,00	15,00	15,00
Recolección, desinfección y selección de hijuelos.	0,50	10,00	5,00	Phyton	ml	31,25	0,06	1,88	6,88
Preparación de hijuelos y aplicación de hormona	0,50	10,00	5,00	Hormonagro	g	50,00	0,10	4,80	9,80
Preparación de sustratos	2,00	10,00	20,00	Arena	kg	136,00	0,07	9,52	29,52
				Turba	l	80,00	0,55	44,00	44,00
				Pomina	kg	182,00	0,10	18,20	18,20
				Tierra negra	kg	182,00	0,08	14,56	14,56
				Pala	día	1,00	0,20	0,20	0,20
Decontaminación de sustratos	0,50	10,00	5,00	Captan	g	125,00	0,01	0,75	5,75
Llenado de fundas	1,00	10,00	10,00	Fundas	unidad	285,00	0,02	5,70	15,70
Sombreador	2,00	10,00	20,00	Sarán	m	20,00	2,10	42,00	62,00
				Estacas	unidad	16,00	0,50	8,00	8,00
				Clavos	lb	3,00	0,80	2,40	2,40
Plantación de hijuelos	1,00	10,00	10,00	Espeque	día	1,00	0,10	0,10	10,10
Riegos	2,00	10,00	20,00	Regadera	día	4,00	0,20	0,80	20,80
				Agua	l	400,00	0,00	1,60	1,60
Control de malezas.	2,00	10,00	20,00					0,00	20,00
Total			115,00					169,51	284,51

El cuadro 29, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente precio de cada elemento que conformaron los sustratos y por la aplicación de hormona. Los

costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de los sustratos y hormona.

CUADRO 29. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Mano de obra (\$)	Materiales (\$)	Sustratos y Hormona (\$)	Costo total (\$)
S1R1	6,25	4,13	2,84	13,22
S1R2	5,70	4,13	2,31	12,13
S2R1	6,25	4,13	2,54	12,92
S2R2	5,70	4,13	2,01	11,83
S3R1	6,25	4,13	4,99	15,37
S3R2	5,70	4,13	4,46	14,28
S4R1	6,25	4,13	3,26	13,64
S4R2	5,70	4,13	2,73	12,55
S5R1	6,25	4,13	5,72	16,10
S5R2	5,70	4,13	5,18	15,01
S6R1	6,25	4,13	5,41	15,79
S6R2	5,70	4,13	4,88	14,70
S7R1	6,72	4,13	7,72	18,57
S7R2	6,17	4,13	7,19	17,48
S8R1	6,72	4,13	7,72	18,57
S8R2	6,17	4,13	7,19	17,48
S9R1	6,72	4,13	7,72	18,57
S9R2	6,17	4,13	7,19	17,48
T	4,74	4,13	0,00	8,86
Total				284,51

El cuadro 30, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al número de plántulas vendidas por tratamiento en las tres repeticiones, considerando el precio de una plántula entre \$ 1,20 y 1,50 según la calidad de la misma, para la época que se sacó a la venta.

Los beneficios netos actualizados, presentan valores positivos en donde los ingresos superaron a los costos en todos los tratamientos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los tres meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento (S4R2) (pomina + tierra negra 1:1, sin hormona), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,66 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,66 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (cuadro 31).

CUADRO 30. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (número de plántulas)	Precio de 1 plántula	Ingreso total
S1R1	13,00	1,20	15,60
S1R2	12,00	1,20	14,40
S2R1	15,00	1,40	21,00
S2R2	14,00	1,40	19,60
S3R1	15,00	1,40	21,00
S3R2	15,00	1,40	21,00
S4R1	15,00	1,40	21,00
S4R2	15,00	1,40	21,00
S5R1	15,00	1,40	21,00
S5R2	15,00	1,40	21,00
S6R1	15,00	1,40	21,00
S6R2	15,00	1,40	21,00
S7R1	15,00	1,50	22,50
S7R2	14,00	1,50	21,00
S8R1	15,00	1,50	22,50
S8R2	15,00	1,50	22,50
S9R1	15,00	1,50	22,50
S9R2	15,00	1,50	22,50
T	10,00	1,40	14,00

CUADRO 31. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%

Tratamiento	Ingreso total	Costo total	Factor de actual.	Costo total actual.	Beneficio neto actual.	RBC
S1R1	15,60	13,22	0,9925	13,32	2,28	0,17
S1R2	14,40	12,13	0,9925	12,23	2,17	0,18
S2R1	21,00	12,92	0,9925	13,02	7,98	0,61
S2R2	19,60	11,83	0,9925	11,92	7,68	0,64
S3R1	21,00	15,37	0,9925	15,49	5,51	0,36
S3R2	21,00	14,28	0,9925	14,39	6,61	0,46
S4R1	21,00	13,64	0,9925	13,75	7,25	0,53
S4R2	21,00	12,55	0,9925	12,65	8,35	0,66
S5R1	21,00	16,10	0,9925	16,22	4,78	0,29
S5R2	21,00	15,01	0,9925	15,12	5,88	0,39
S6R1	21,00	15,79	0,9925	15,91	5,09	0,32
S6R2	21,00	14,70	0,9925	14,81	6,19	0,42
S7R1	22,50	18,57	0,9925	18,71	3,79	0,20
S7R2	21,00	17,48	0,9925	17,61	3,39	0,19
S8R1	22,50	18,57	0,9925	18,71	3,79	0,20
S8R2	22,50	17,48	0,9925	17,61	4,89	0,28
S9R1	22,50	18,57	0,9925	18,71	3,79	0,20
S9R2	22,50	17,48	0,9925	17,61	4,89	0,28
T	14,00	8,86	0,9925	8,93	5,07	0,57

$$\text{Factor de actualización } Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a enero del 2013

Período $n = 3$ meses de duración del ensayo

$$\text{RBC} = \frac{\text{Beneficio neto actualizado}}{\text{Costo total actualizado}}$$

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la utilización de sustratos de enraizamiento y aplicación de hormona, en la propagación asexual de sábila (*Aloe vera*), permiten aceptar la hipótesis alternativa (H_a), por cuanto, con las proporciones adecuadas de los elementos que conforman el sustrato y con la influencia del regulador de crecimiento, se obtuvieron plántulas con mejor desarrollo radicular y mejor crecimiento de la parte aérea, especialmente al utilizar arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1, con aplicación de Hormonagro No. 1.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con la utilización del sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 (S8), se obtuvieron los mejores resultados, tanto en el desarrollo del sistema radicular, como en el crecimiento de la parte aérea, al reportar éstos tratamientos, plántulas con mayor longitud del sistema radicular (24,12 cm) y mejor volumen del sistema radicular (15,98 cc). Así mismo reportaron hojas con mayor longitud (18,11 cm), como también ancho (1,87 cm), consecuentemente el área foliar fue significativamente mayor (33,49 cm²); siendo igualmente uno de los tratamientos que reportó el mayor porcentaje de sobrevivencia (100%), por lo que es el sustrato de enraizamiento con la adecuada proporción de los elementos que lo conforman, con el cual se consigue plántulas de mejor calidad y cantidad. También se destacaron con el 100% de sobrevivencia los tratamientos que se desarrollaron en los sustratos conformados por: arena + turba (1:1) (S3), pomina + tierra negra (1:1) (S4), pomina + turba (1:1) (S5), tierra negra + turba (1:1) (S6), arena + pomina + tierra negra + turba (2:1:1:1) (S9).

Los tratamientos que recibieron aplicación de regulador de crecimiento (Hormonagro No. 1) (R1), reportaron los mejores resultados, al obtenerse plántulas con mejor desarrollo radicular y mayor crecimiento vegetativo, reportando principalmente raíces de mayor longitud (19,36 cm) y mejor volumen del sistema radicular (11,52 cc). El crecimiento en longitud de la hoja fue mayor (14,76 cm), con mayor ancho de la hoja (1,62 cm), consiguiéndose consecuentemente mejor área foliar (24,26 cm²); por lo que la aplicación de hormona incidió favorablemente en el enraizamiento de las plántulas, mejorando la producción y productividad al momento de propagar asexualmente la sábila.

La interacción S8R1 (arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1, con aplicación de hormona), produjo los resultados más relevantes, destacándose especialmente en el crecimiento vegetativo de las plántulas, con mayor longitud de la hoja (19,41 cm) y mejor área foliar (35,33 cm²); por lo que es la combinación apropiada de sustratos y regulador de crecimiento; mientras que, la

interacción S7R1 (arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:1:1, con aplicación de hormona), se desatacó con produjo los mejores resultados, especialmente en el desarrollo del área foliar (35,16 cm²).

En relación al testigo (suelo de la zona), reportó un adecuado crecimiento y desarrollo de las plántulas, tanto en la parte aérea, como en el sistema radicular, superando significativamente a varios tratamientos, al observarse en general, plántulas con longitud del sistema radicular de 20,93 cm, volumen del sistema radicular de 11,97 cc, longitud de la hoja de 13,83 cm, ancho de la hoja de 1,53 cm y área foliar de 21,24 cm². En relación al porcentaje de sobrevivencia, el testigo reportó el menor valor (66,67%), lo que justifica la utilización de sustratos de enraizamiento, con proporciones adecuadas de los elementos que la conforman.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento (S4R2) (pomina + tierra negra 1:1, sin hormona), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,66 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,66 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Para obtener mayor porcentaje de plántulas enraizadas y mejorar el crecimiento vegetativo de las plántulas, con hojas de mayor longitud, como de ancho, mejorando el desarrollo del área foliar; y, propender a incrementar el desarrollo radicular, con raíces de mayor longitud y volumen, utilizar el sustrato de enraizamiento conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 y aplicar la hormona de enraizamiento Hormonagro No.1, por cuanto, en estas condiciones, se obtuvieron los mejores resultados, en prácticamente todas las variables analizadas, en las condiciones que se desarrolló el ensayo, lo que mejora la calidad de las plántulas, beneficiando las condiciones de propagación de la sábila.

Continuar investigando otros sustratos de enraizamiento, solos o en mezclas, con desechos orgánicos de fácil obtención en la zona, enriquecidos con fertilizantes

químicos y combinando con la aplicación de reguladores de crecimiento, que permitan la posibilidad de incrementar aún más la vigorosidad de las plántulas en el proceso de propagación asexual de la sábila (*Aloe vera*) y que aseguren el arraigue posterior y el éxito final del cultivo.

Efectuar ensayos con la aplicación de otras hormonas de enraizamiento como Raiza o Enzipron, para la multiplicación asexual de sábila, que permitan optar mayores alternativas de recursos, al momento de propagar la sábila y dotar de mayores alternativas al productor de de este recurso vegetal.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Producción de plántulas de sábila (*Aloe vera*), utilizando sustrato y hormona.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

El desconocimiento de sustratos adecuados para la propagación de plántulas de sábila (*Aloe vera*), determina baja calidad de plántulas.

La propagación asexual de plántulas de sábila (*Aloe vera*) se ha convertido en un limitante, provocando que el cultivo vaya decayendo a lo largo de los tiempos, debido a que es un factor que disminuye la producción, llegando inclusive a provocar pérdidas de hasta un 40% de la producción, por lo que los agricultores han perdido el interés de dicho cultivo, por lo que se han dedicándose a otro tipo de cultivos.

Mencionando este factor como el principal, es necesario conocer el tipo de sustratos y cantidad de hormona que facilite el rápido enraizamiento de plántulas, lo que ayudará a obtener material vegetativo de calidad, mejorando de esta manera la producción y productividad del cultivo.

El aloe es un ingrediente importante en muchos productos de belleza. Penetra en las tres capas de la piel: epidermis, la dermis, la hipodermis y expulsa las bacterias y los depósitos de grasa que tapan los poros. Al mismo tiempo la acción de los nutrientes naturales, los minerales, las vitaminas, los aminoácidos y las enzimas, estimulan la reproducción de nuevas células. También es un importante regenerador celular, cicatrizante, tonificador y de alta penetración en la piel. Cuando se usa con regularidad, evita las arrugas prematuras y retarda su aparición (Elaloevera, 2010).

6.3. OBJETIVOS

Propagar asexualmente la sábila (*Aloe vera*), utilizando el sustrato conformado por arena + pomina + tierra negra + turba en proporción 1:1:2:1 y aplicando Hormonagro No.1.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La sábila conocida como la “planta de la salud y de la belleza” ya que posee innumerables propiedades regenerativas, curativas, humectantes, lubricantes y nutritivas. Los estudios científicos mostraron que el *Aloe vera* contiene más de 200 componentes individuales, inclusive polisacáridos, glicoproteínas, aminoácidos, enzimas, vitaminas y minerales que en conjunto ejercen una acción positiva en el organismo.

La propagación asexual permite obtener plantas con muchas características, es decir se puede seleccionar una planta por su tamaño, resistencia a plagas y enfermedades, producción, etc. Por medio de este método, las plantas hijas son idénticas a la planta madre, de tal forma que se puede propagar a partir de ramas, yemas o alguna parte de la planta.

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Recolección, selección y desinfección de hijuelos

Para recolectar el material vegetativo (cultivar de sábila blanca), se seleccionan plantas de un año de edad, con buenas características agronómicas, libres de plagas y enfermedades. Los hijuelos deben presentar cuatro hojas de buenas características. Todo el material vegetativo se desinfecta con Phyton (sulfato de cobre pentahidratado) en dosis de 1,25 cc/l.

6.5.2. Preparación de hijuelos y aplicación de hormona

Con el material vegetativo recolectado se procede a preparar los hijuelos, eliminando aquellos que presenten mal formaciones y ataques de patógenos. La aplicación de hormona (Hormonagro No. 1) en la dosis recomendada (50 g/20 l), se efectuará sumergiendo la base de los hijuelos en la mezcla durante 12 horas, para después proceder a la plantación.

6.5.3. Preparación del sustrato

Cada sustrato se recolectará en zonas adecuadas como: pomina y arena de las minas del sector de Picaihua, suelo negro en el sector de Pilahuín comunidad Yanzaputzán, turba de la marca “Klassman” en las casas comerciales agrícolas.

Se mezclan cada uno de los componentes de los sustratos en la proporción 1:1:2:1, es decir: una parte de arena, una parte de pomina, dos partes de tierra negra y una parte de turba. Para homogenizar se utiliza una pala.

6.5.4. Decontaminación de los sustratos

Los sustratos se decontaminarán aplicando Captan (Captan) en dosis de 1,8 g/l de agua, aplicando en drench.

6.5.5. Llenado de fundas con sustrato

Las fundas serán de polietileno color negro de 9 cm de diámetro por 11 cm de largo, las mismas que se perforarán para permitir el drenaje adecuado, procediendo a llenar con el sustrato correspondiente.

6.5.6. Sombreador

El sombreador se cubrirá con sarán 50% de luminosidad, bajo el cual se colocarán las fundas para dar el ambiente adecuado para el desarrollo de los hijuelos.

6.5.7. Plantación de hijuelos

La plantación de los hijuelos se hará enterrando el 20% del hijuelo en el sustrato.

6.5.8. Riegos

Los riegos se realizarán manualmente, con regadera, tratando de mantener una buena humedad, para lograr un buen enraizamiento y desarrollo de las nuevas plantas.

6.5.9. Control de malezas

El control de malezas se efectuará manualmente, para mantener limpio el cultivo.

6.5.10. Trasplante

El trasplante al lugar definitivo se hará transcurrido 60 días de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

Actividades rurales.com. 2010. Manejo del cultivo de la sábila. En línea. Consultado el 25 de Septiembre del 2010. Disponible en http://www.actividadesrurales.com/agricultura/cultivo_de_aloe_vera.php.

Agénjo, C. 1964. Enciclopedia de avicultura. Madrid, Calpe. p. 989.

Aloetrade.com. 2010. Cultivo de la sábila. En línea. Consultado el 25 de Septiembre del 2010. Disponible en: <http://www.aloetrade.com.ar/el-cultivo-de-aloe>.

Bonner, J.; Galston, W. 1973. Principios de fisiología vegetal. Trad. del inglés por Federico Portillo. 5 ed. Barcelona, Aguilar. 485 p.

Cadenahortofruticola.com. 2010. Cultivo de la sábila. En línea. Consultado el 24 de Septiembre del 2010. Disponible en : <http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/406sabila.pdf>.

Colinagro. s.f. Hormonas vegetales, más y mejores cosechas. Hormonagro Ana. Colombia. p.1-8.

Cunalata Toapasig, G.F. 1995. Multiplicación del yagual *Polylepis sp.* con el uso de hormona Roothone, evaluando seis sustratos. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 92 p.

Elaloevera.com. 2010. Manejo del cultivo de la sábila. En línea. Consultado el 24 de Septiembre del 2010. Disponible en: http://www.elaloevera.com/cultivo/cultivo_del_aloe.php.

Estados Unidos, Servicio de Conservación de Suelos. 1972. Relaciones entre suelo planta agua. México, Diana. p. 99.

Fainstein, R. s.f. Manual para el cultivo de rosas en latinoamérica. Quito, Ecuoffset. 247 p.

García, M. 2002. Cultivo de sábila. En línea. Consultado el 24 de Septiembre del 2010. Disponible en www.integrarchaco.com.ar/hoja05.htm.

Gavilanes Freire, G.E.; Yauli Telenchana, F.A. 1994. Evaluación de tres niveles de NPK y dos de materia orgánica en el cultivo de chamburo (*Carica pubescens* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 82 p.

Gordon, H.; Barden, J. 1984. Horticultura. Trad .por Flor A. Bellano López. Mexico, AGT. p.527.

Gorini, P. 1972. Las plantas interiores. Barcelona, Devecchi. p. 155.

Guzmán, E. 1990. Cultivo de la sábila. Espasandre S.R.L, Chacato-Caracas-Venezuela. p. 5-25.

Hartmann, H.; Kester, D. 1974. Propagación de plantas. Trad. del ingles por Antonio Nariño Ambrocio. 2 ed. México, CECOSA. 810 p.

Heede, V.; Lecourt, M. 1981. El estaquillado: guía práctica de multiplicación de las plantas. Trad. por F. Gil Albert Velarde, J. Iglesias Gonzales y E. Boix Aristu. Madrid, Mundi–Prensa. p 197.

Herwig, R. 1977. Así se cultivan plantas de jardín; bulbos y tuberculos. Barcelona, Lepanto. p. 65.

Hill, T.A. 1977. Hormonas reguladoras de crecimiento vegetal. Trad. Por Monique Robert. Barcelona, Omega. p. 74.

Holdridge, L.R. 1982. Ecología basado en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. p. 44,45. (Serie de libros y materiales educativos no. 34).

Infojardin.com. 2010. El cultivo de la sábila. En línea. Consultado el 24 de Septiembre del 2010. Disponible en : <http://fichas.infojardin.com/crasas/aloe-vera-sabila-zabila-zabira-acibar-azabara.htm>.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Ecuador). 2009. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Cevallos, Ecuad. 5 p.

Juscafresa, B. 1977. Árboles frutales; cultivo y explotación comercial. 5 ed. Barcelona, Aedos. 180 p.

Mainardi, F. 1980. El huerto y el jardín en su piso. Barcelona, De Vecchi. p. 283.

Mejia Meneses, W. V. 2010. Evaluación de los injertos de púa terminal y lateral de aguacate fuerte en patrones de aguacate nacional en macetas con cuatro sustratos en el vivero de San Vicente de Pusir Carchi. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. 98 p.

Rojas, M.; Rovalo, M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3 ed. México, McGraw-Hill. 297 p.

Román Ramos, D.A. 2010. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. 102 p.

Sánchez, S.O. 1969. Cultivo de la sábila. En línea. Consultado el 25 de Septiembre del 2010. Disponible en: www.aloeyasalud.com.

Schubert, M.; Rob, H. 1980. Guía de plantas interior. Trad. por Margarita Costa. Barcelona, Omega. p. 368.

Tiscornia, J. 1974. Multiplicación de las plantas. Buenos Aires, Albatros. p. 213.

Vivanco Vinuesa, J.C. 2009. Evaluación de la eficiencia de bioplus, hormonagro y enraizador universal, en la propagación asexual de *Hypericum ssp.* Tesis Ing. Agr. Escuela Politécnica Superior Chimborazo, Facultad Ciencias Agropecuarias. 78 p.

Vozmediano, J. 1982. Fruticultura, fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada. Madrid, Servicio de Publicaciones Agrarias. p. 508.

Wikipedia. 2012. El aloe. En línea. Consultado 13 de Junio del 2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Aloe>.

APÉNDICE

ANEXO 1. LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	15,11	8,10	11,40	34,61	11,54
2	S1R2	8,50	11,50	13,00	33,00	11,00
3	S2R1	18,70	13,90	18,20	50,80	16,93
4	S2R2	11,40	15,40	13,60	40,40	13,47
5	S3R1	16,10	15,90	13,70	45,70	15,23
6	S3R2	13,80	15,20	14,30	43,30	14,43
7	S4R1	16,90	17,30	17,70	51,90	17,30
8	S4R2	11,60	15,50	26,60	53,70	17,90
9	S5R1	15,50	16,50	16,80	48,80	16,27
10	S5R2	15,10	13,90	18,40	47,40	15,80
11	S6R1	23,00	21,80	23,40	68,20	22,73
12	S6R2	23,60	22,70	19,20	65,50	21,83
13	S7R1	22,50	23,60	26,10	72,20	24,07
14	S7R2	19,40	22,90	20,40	62,70	20,90
15	S8R1	25,90	25,20	23,30	74,40	24,80
16	S8R2	24,50	24,40	21,40	70,30	23,43
17	S9R1	25,80	22,30	27,90	76,00	25,33
18	S9R2	18,20	20,30	19,20	57,70	19,23
19	T	19,90	20,40	22,50	62,80	20,93

ANEXO 2. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR (cc)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	5,30	4,10	4,60	14,00	4,67
2	S1R2	2,10	2,40	7,40	11,90	3,97
3	S2R1	10,70	5,70	3,50	19,90	6,63
4	S2R2	3,80	3,70	5,60	13,10	4,37
5	S3R1	7,40	9,20	7,40	24,00	8,00
6	S3R2	6,90	8,70	6,80	22,40	7,47
7	S4R1	16,80	4,60	12,50	33,90	11,30
8	S4R2	10,80	9,50	9,60	29,90	9,97
9	S5R1	8,10	13,80	9,40	31,30	10,43
10	S5R2	7,90	9,30	8,20	25,40	8,47
11	S6R1	15,60	14,50	15,40	45,50	15,17
12	S6R2	14,50	12,60	10,60	37,70	12,57
13	S7R1	16,40	14,90	15,10	46,40	15,47
14	S7R2	14,60	12,70	14,90	42,20	14,07
15	S8R1	16,80	17,30	16,40	50,50	16,83
16	S8R2	15,50	15,70	14,20	45,40	15,13
17	S9R1	14,80	15,50	15,30	45,60	15,20
18	S9R2	12,40	15,20	14,30	41,90	13,97
19	T	11,80	12,60	11,50	35,90	11,97

ANEXO 3. LONGITUD DE LA HOJA INICIAL (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	11,50	9,80	10,90	32,20	10,73
2	S1R2	9,20	9,40	10,50	29,10	9,70
3	S2R1	9,60	10,40	9,10	29,10	9,70
4	S2R2	12,20	13,70	9,90	35,80	11,93
5	S3R1	10,20	10,50	8,50	29,20	9,73
6	S3R2	11,50	9,30	9,60	30,40	10,13
7	S4R1	12,10	10,40	8,90	31,40	10,47
8	S4R2	11,70	8,90	11,30	31,90	10,63
9	S5R1	9,60	10,50	12,80	32,90	10,97
10	S5R2	9,40	7,50	11,90	28,80	9,60
11	S6R1	12,50	11,40	10,10	34,00	11,33
12	S6R2	14,10	12,40	9,60	36,10	12,03
13	S7R1	10,70	12,50	11,10	34,30	11,43
14	S7R2	12,70	9,50	13,60	35,80	11,93
15	S8R1	12,50	9,70	10,50	32,70	10,90
16	S8R2	13,40	11,50	11,50	36,40	12,13
17	S9R1	8,60	14,30	13,40	36,30	12,10
18	S9R2	14,10	12,40	12,40	38,90	12,97
19	T	11,90	10,60	10,90	33,40	11,13

ANEXO 4. LONGITUD DE LA HOJA AL FINAL (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	12,20	11,30	12,80	36,30	12,10
2	S1R2	10,20	10,80	11,90	32,90	10,97
3	S2R1	9,80	12,50	9,50	31,80	10,60
4	S2R2	20,40	17,40	15,50	53,30	17,77
5	S3R1	13,90	12,60	10,40	36,90	12,30
6	S3R2	12,60	10,30	10,10	33,00	11,00
7	S4R1	14,20	15,60	14,70	44,50	14,83
8	S4R2	12,50	13,70	13,50	39,70	13,23
9	S5R1	11,50	13,40	14,20	39,10	13,03
10	S5R2	10,20	12,10	12,70	35,00	11,67
11	S6R1	17,50	15,20	14,60	47,30	15,77
12	S6R2	16,70	14,00	12,10	42,80	14,27
13	S7R1	17,50	19,20	19,80	56,50	18,83
14	S7R2	15,30	16,10	15,90	47,30	15,77
15	S8R1	18,70	20,10	19,30	58,10	19,37
16	S8R2	18,40	15,50	17,70	51,60	17,20
17	S9R1	15,50	15,90	14,50	45,90	15,30
18	S9R2	14,50	13,10	15,50	43,10	14,37
19	T	13,50	13,80	14,30	41,60	13,87

ANEXO 5. ANCHO DE LA HOJA INICIAL (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	1,50	1,20	0,80	3,50	1,17
2	S1R2	1,20	1,10	0,90	3,20	1,07
3	S2R1	1,30	1,30	0,80	3,40	1,13
4	S2R2	1,20	0,80	1,40	3,40	1,13
5	S3R1	0,80	1,30	1,30	3,40	1,13
6	S3R2	0,90	1,20	1,00	3,10	1,03
7	S4R1	1,10	1,20	1,10	3,40	1,13
8	S4R2	1,20	1,40	1,00	3,60	1,20
9	S5R1	1,40	1,60	1,20	4,20	1,40
10	S5R2	1,30	1,20	1,10	3,60	1,20
11	S6R1	1,60	1,60	1,20	4,40	1,47
12	S6R2	1,40	1,40	1,10	3,90	1,30
13	S7R1	1,40	1,40	1,50	4,30	1,43
14	S7R2	1,50	1,30	1,60	4,40	1,47
15	S8R1	1,30	1,10	1,40	3,80	1,27
16	S8R2	1,90	0,90	1,10	3,90	1,30
17	S9R1	1,20	1,70	1,40	4,30	1,43
18	S9R2	1,20	1,40	1,30	3,90	1,30
19	T	1,40	1,40	1,00	3,80	1,27

ANEXO 6. ANCHO DE LA HOJA AL FINAL (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	1,50	1,40	1,20	4,10	1,37
2	S1R2	1,40	1,20	1,00	3,60	1,20
3	S2R1	1,40	1,50	1,50	4,40	1,47
4	S2R2	1,30	1,30	1,40	4,00	1,33
5	S3R1	1,30	1,60	1,40	4,30	1,43
6	S3R2	1,10	1,30	1,10	3,50	1,17
7	S4R1	1,60	1,70	1,30	4,60	1,53
8	S4R2	1,40	1,50	1,10	4,00	1,33
9	S5R1	1,50	1,60	1,30	4,40	1,47
10	S5R2	1,40	1,30	1,20	3,90	1,30
11	S6R1	1,80	1,70	1,90	5,40	1,80
12	S6R2	1,60	1,50	1,40	4,50	1,50
13	S7R1	1,90	1,70	2,00	5,60	1,87
14	S7R2	1,80	1,50	1,80	5,10	1,70
15	S8R1	1,80	1,50	2,60	5,90	1,97
16	S8R2	2,10	1,20	2,10	5,40	1,80
17	S9R1	1,60	1,90	2,00	5,50	1,83
18	S9R2	1,30	1,60	1,70	4,60	1,53
19	T	1,50	1,70	1,40	4,60	1,53

ANEXO 7. ÁREA FOLIAR (cc)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	18,30	15,82	15,36	49,48	16,49
2	S1R2	14,28	12,96	11,90	39,14	13,05
3	S2R1	13,72	18,75	14,25	46,72	15,57
4	S2R2	25,52	22,62	22,70	70,84	23,61
5	S3R1	18,07	20,16	14,56	52,79	17,60
6	S3R2	13,86	13,39	11,11	38,36	12,79
7	S4R1	22,72	24,52	21,11	68,35	22,78
8	S4R2	17,50	20,55	14,85	52,90	17,63
9	S5R1	17,25	21,44	18,46	57,15	19,05
10	S5R2	14,28	15,73	15,24	45,25	15,08
11	S6R1	28,50	28,84	27,74	85,08	28,36
12	S6R2	26,72	21,00	16,94	64,66	21,55
13	S7R1	33,25	34,64	37,60	105,49	35,16
14	S7R2	27,54	24,15	28,62	80,31	26,77
15	S8R1	34,66	30,15	41,18	105,99	35,33
16	S8R2	38,64	18,60	37,17	94,41	31,47
17	S9R1	24,80	30,21	29,00	84,01	28,00
18	S9R2	18,85	20,96	26,35	66,16	22,05
19	T	20,25	23,46	20,02	63,73	21,24

ANEXO 8. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1R1	100,00	80,00	80,00	260,00	86,67
2	S1R2	80,00	80,00	80,00	240,00	80,00
3	S2R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
4	S2R2	100,00	80,00	100,00	280,00	93,33
5	S3R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
6	S3R2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
7	S4R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
8	S4R2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
9	S5R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
10	S5R2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
11	S6R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
12	S6R2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
13	S7R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
14	S7R2	100,00	80,00	100,00	280,00	93,33
15	S8R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
16	S8R2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
17	S9R1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
18	S9R2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
19	T	60,00	80,00	60,00	200,00	66,67