

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



TESIS DE GRADO

**PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*) CON LA APLICACIÓN
DE ENRAIZADORES NATURALES, EN ESQUEJES, BAJO AMBIENTE PROTEGIDO,
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

Presentado por:
Edil Sucojayo Choque

La Paz- Bolivia

2012

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

**PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*) CON LA
APLICACIÓN DE ENRAIZADORES NATURALES, EN ESQUEJES, BAJO
AMBIENTE PROTEGIDO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA
COTA.**

Tesis para optar el Grado de:
LICENCIATURA EN INGENIERIA AGRONÓMICA
Presentada por:

Edil Sucojaya Choque

Asesores:

Ing. M. Sc Hugo D. Bosque Sanchez:

Ing. Willams Alex Murillo Oporto

Comité Revisor:

Ing. René Calatayud Valdez

Ing. Freddy Porco Chiri

Ing. M.Sc. Yakov Arteaga García

La Paz- Bolivia, 2012

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	i
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTOS.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
2.3 Hipótesis.....	3
3. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Origen de la Frutilla.....	4
3.2 Clasificación Taxonómica y Botánica	4
3.3 Variedades de Frutilla.....	6
3.3.1 Variedades de Día Corto	6
3.3.1.1. Oso Grande	6
3.3.2 Variedades de Día Neutro.....	6
3.3.2.1. Sweet Charlie.....	6
3.4 Propagación de Plantas de Frutilla.....	7
3.5 Métodos, Técnicas y Condiciones Para la Propagación.....	7
3.5.1 Planta Madre.....	8
3.5.2 Efecto de Yemas y Hojas en el Enraizamiento de Siembra de Esquejes....	8
3.6 Cultivo.....	8
3.6.1 Requerimientos del Cultivo	9
3.6.2 Trasplante	10
3.7 Cuidados del Vivero.....	10

3.8	Reguladores de Crecimiento.....	10
3.9	Enraizadores Naturales.....	11
3.9.1	Sábila.....	12
3.9.2	Sauce.....	12
3.9.3	Coco.....	13
3.10	Sistemas Atemperados	14
3.10.1	Importancia del Ambiente Protegido	14
3.10.2	Orientación	14
3.11	Condiciones Ambientales Durante el Enraizamiento.....	15
3.11.1	Temperatura.....	15
3.11.2	Humedad del Ambiente	15
3.11.3	Luminosidad	15
3.11.4	Riego por Micro Aspersión.....	16
3.11.5	Ventilación	16
4.	MATERIALES Y METODOS	
4.1	Localización y Ubicación Geográfica	17
4.2	Descripción del Área de Estudio.....	17
4.2.1	Clima.....	17
4.2.2	Suelo.....	17
4.2.3	Vegetación.....	17
4.3	Materiales.....	19
4.3.1	Material Genético.....	19
4.3.2	Material de Vivero	19
4.3.3	Material de Laboratorio.....	19
4.3.4	Instrumentos Meteorológicos.....	19
4.3.5	Sustrato.....	19
4.3.6	Enraizadores Naturales.....	19
4.3.7	Material de Gabinete.....	19
4.3.8	Características del Ambiente Protegido.....	20
4.4	Metodología.....	20
4.4.1	Procedimiento Experimental.....	20
4.4.1.1	Construcción de Platabandas.....	20
4.4.1.2	Preparación del Sustrato.....	20

4.4.1.3	Selección de Plantas Madres.....	21
4.4.1.4	Tratamiento de las Matas o Coronas Divididas (Esquejes).....	21
4.4.1.5	Aplicación de Enraizadores Naturales.....	21
4.4.1.6	Siembra de Esquejes.....	22
4.4.1.7	Raleo de Hojas.....	22
4.4.1.8	Riego.....	22
4.4.1.9	Registro de Temperatura.....	22
4.4.1.10	Registro de Humedad y pH del sustrato.....	22
4.4.1.11	Toma de Datos.....	23
4.4.1.12	Análisis Estadístico.....	23
4.4.1.13	Evaluación de los Costos de Producción.....	23
4.4.2	Diseño Experimental.....	23
4.4.2.1	Características de los Tratamientos.....	24
4.4.2.2	Características del Área Experimental.....	24
4.4.2.3	Croquis del Experimento.....	25
4.4.3	Variables de Respuesta	26
4.4.3.1	Días a la Brotación	26
4.4.3.2	Porcentaje de Prendimiento.....	26
4.4.3.3	Velocidad de Crecimiento de Altura de Planta.....	26
4.4.3.4	Número de Hojas del Brote Principal.....	26
4.4.3.5	Longitud de Raíz.....	26
4.4.3.6	Volumen Radicular.....	26
4.4.3.7	Índice de Área Foliar.....	27
4.4.3.8	Temperatura	27
4.4.3.9	Humedad y pH del Sustrato.....	27
4.4.4	Análisis Económico.....	27
4.4.4.1	Costo Total de Producción (CTP).....	28
	a) Costos Fijos (CF)	28
	b) Costos Variables (CV)	28
4.4.4.2	Beneficio Bruto (BB)	28
4.4.4.3	Beneficio Neto (BN)	28
4.4.4.4	Beneficio/Costo (B/C)	28

5	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
5.1	Variables Edafo - Climáticas.....	29
5.1.1	Temperatura en el Ambiente Protegido Durante la Investigación.....	29
5.1.2	Humedad y pH del Sustrato	31
5.2	Variables Agronómicas Fenológicas y Fisiológicas	32
5.2.1	Días a la Brotación	32
5.2.2	Porcentaje de Prendimiento.....	34
5.2.3	Altura de Planta.....	35
5.2.4	Número de Hojas del Brote Principal.....	42
5.2.5	Longitud de Raíz.....	46
5.2.6	Volumen Radicular.....	49
5.2.7	Índice de Área Foliar.....	52
5.2.8	Diámetro de Corona.....	55
5.3	Análisis de Correlación Parcial y Regresión Simple	57
5.4	Análisis Económico.....	60
5.4.1	Costo Total de Producción (CTP).....	60
5.4.2	Cálculo de Indicadores de Beneficio	60
6.	CONCLUSIONES.....	62
7.	RECOMENDACIONES	65
8.	BIBLIOGRAFÍA	66
	ANEXOS	70

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Temperaturas críticas de la frutilla	30
Cuadro 2. Velocidad de crecimiento de la variedad Oso Grande por tratamiento	37
Cuadro 3. Velocidad de crecimiento de variedad Sweet Charlie por tratamiento.	38
Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de planta	39
Cuadro 5. Prueba de Tuckey de altura de planta entre enraizadores.....	39
Cuadro 6. Prueba de Tuckey de altura de planta entre variedades.....	39
Cuadro 7. Promedios de altura de planta entre variedades y enraizadores	41
Cuadro 8. Número de días para formar hojas en la variedad Oso Grande	43
Cuadro 9. Número de días para formar hojas en la variedad Sweet Charlie	43
Cuadro 10. Análisis de varianza de número de hojas	44
Cuadro 11. Prueba de Tuckey de número de hojas	45
Cuadro 12. Promedios de longitud de raíz	46
Cuadro 13. Análisis de varianza de longitud de raíz	48
Cuadro 14. Prueba de Tuckey de longitud de raíz	48
Cuadro 15. Promedios de volumen radicular	49
Cuadro 16. Análisis de varianza de volumen radicular	51
Cuadro 17. Prueba de Tuckey de volumen radicular entre variedades	51
Cuadro 18. Prueba de Tuckey de volumen radicular entre enraizadores	58
Cuadro 19. Análisis de varianza de área foliar	53
Cuadro 20. Prueba de Tuckey de área foliar	54
Cuadro 21. Promedios de Índice de Área Foliar (IAF)	54
Cuadro 22. Análisis de varianza de diámetro de corona	56
Cuadro 23. Prueba de Tuckey de diámetro de corona	56
Cuadro 24. Matriz de correlaciones entre todas las variables en estudio	57
Cuadro 25. Matriz de resultados de regresión múltiple	59
Cuadro 26. Costo total de producción (CTP) por tratamiento en Bs y \$us.....	60
Cuadro 27. Beneficio bruto, Beneficio neto y la relación beneficio/costo.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación y localización de la investigación.....	18
Figura 2. Representación gráfica de croquis del experimento.....	25
Figura 3. Variación de temperatura promedio semanal mínima y máxima al interior del ambiente protegido.....	30
Figura 4. Días a la brotación.....	32
Figura 5. Porcentaje de prendimiento.....	34
Figura 6. Desarrollo de la altura de la planta en la variedad Oso Grande.....	35
Figura 7. Desarrollo de la altura de la planta en la variedad Sweet Charlie.....	35
Figura 8. Comparación de promedios de altura de planta.....	41
Figura 9. Desarrollo del número de hojas en la variedad Oso Grande.....	42
Figura 10. Desarrollo del número de hojas en la variedad Sweet Charlie.....	42
Figura 11. Comparación de promedios de número de hojas.....	45
Figura 12. Comparación de promedios de longitud de raíz.....	47
Figura 13. Comparación de promedios de volumen radicular.....	50
Figura 14. Comparación de promedios de IAF.....	55
Figura 15. Regresión lineal de altura de planta y número de hojas, variedad Sweet Charlie.....	58
Figura 16. Regresión lineal de altura de planta y número de hojas, variedad Oso Grande.....	58
Figura 17. Relación Beneficio Costo con respecto a los enraizadores.....	61

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Tabla de registro de temperaturas diarias del ambiente protegido
- Anexo 2.** Tabla de datos obtenidos en campo de las diferentes variables
- Anexo 3.** Tabla de datos ajustados con regresión lineal $y = mx + b$
- Anexo 4.** Tabla de ANVA de la variable altura de planta para cada fecha de medición.
- Anexo 5.** Tabla de ANVA del número de hojas para cada fecha de medición.
- Anexo 6.** Tabla de promedios por tratamiento y número de días. Además del coeficiente de regresión “r” ajustado por la ecuación $Y=a*X^b$, donde X es Altura de planta y Y es N° de Hojas.
- Anexo 7.** Detalle de los costos de producción
- Anexo 8.** Fotografías

DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que apoyaron para el logro de este trabajo.

A Mis padres (†) quienes fueron mi guía para terminar este trabajo, a mis hermanos por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, a mi esposa e hijos por ser tolerantes, para el éxito de este trabajo, y decirles a todas las personas, que todo esfuerzo tiene su recompensa.

AGRADECIMIENTOS

Gracias señor Dios por darme la oportunidad de existir y seguir el camino de la vida en este planeta y guiar mis pasos en todo momento y así lograr este trabajo.

A mis padres que me dieron la vida, por inculcarme el camino de la superación y el estudio, y por darme la fuerza para continuar luchando en esta vida, desde donde se encuentren.

A mis hermanos Renán, Marybel y Elvia por su apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.

A mi esposa Lourdes, por motivarme a concluir el presente proyecto, por su tolerancia y ser un apoyo incondicional.

Agradezco a los Ing. Hugo Bosque e Ing. Willams Murillo por su apoyo incondicional, colaboración, sugerencias, recomendaciones y el asesoramiento brindado para que pueda culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a los señores revisores, Ing. René Calatayud, Ing. Yakov Arteaga y al Ing. Freddy Porco, por apoyarme, darme las recomendaciones y sugerencias necesarias para realizar el presente trabajo.

A mis amigos, compañeros, auxiliares, docentes y autoridades, que de alguna manera me aconsejaron, colaboraron, apoyaron, compartieron toda esta etapa de mi vida en la Facultad de Agronomía y en la realización de este trabajo.

RESUMEN

PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*) CON LA APLICACIÓN DE ENRAIZADORES NATURALES, EN ESQUEJES, BAJO AMBIENTE PROTEGIDO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE COTA COTA.

La frutilla, alimento humano codiciado, rico en vitamina C; debido a su demanda es importante un programa de reposición de plantines, para mantener el nivel de producción y así también la rentabilidad. Ya que en Bolivia su conservación y manejo no son suficientes para fortalecer la producción nacional.

Para lo cual se realizó el presente estudio que se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ciudad de La Paz, provincia Murillo, departamento de La Paz. Donde se evaluó la producción de plantines de dos variedades de frutilla (*Fragaria sp.*), con la aplicación de tres enraizadores naturales, en esquejes de división de coronas, bajo ambiente protegido.

La producción de plantines de frutilla con la aplicación de enraizadores naturales se diferenció significativamente en la altura de planta, número de hojas, longitud de raíz, volumen radicular, área foliar y diámetro de corona, mostrando una superioridad del tratamiento con “agua” de coco en la mayoría de las variables, seguido de los extractos de sauce y sábila, frente al testigo. Por otro lado, no se encontró diferencias de altura de planta, número de hojas, longitud de raíz, área foliar y diámetro de corona, entre las dos variedades en estudio, aunque si en el volumen radicular.

Así mismo la evaluación económica muestra con menor costo de producción al testigo con 1.97 bolivianos por plantin. Además es el de mayor beneficio/costo frente a los otros tratamientos con 1.53.

1. INTRODUCCION

Los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación constituyen la base biológica de la seguridad alimentaria y contribuyen al sustento de la población. Además el uso de productos orgánicos y naturales va adquiriendo gran importancia social y ambiental, por la seguridad que ofrece a la salud y al medio ambiente.

A través del tiempo, a medida que se ha dispuesto de nuevos tipos de plantas, se han tenido que desarrollar las técnicas para mantenerlas y, recíprocamente conforme se han hecho avances en los métodos de propagación, ha aumentado la cantidad de plantas disponibles para el cultivo. Esta actividad es el inicio de cualquier sistema agroecológico de allí radica su importancia.

En Bolivia la conservación y manejo de los recursos agropecuarios y forestales de las diferentes ecorregiones, no son suficientes para fortalecer la producción nacional de diferentes especies y variedades de flores frutas y hortalizas, tal es el caso de la frutilla.

La frutilla se ha convertido en un cultivo muy importante a nivel mundial. La diseminación del cultivo se debe al desarrollo de variedades con distinto grado de adaptación ecológica y a los modernos sistemas de manejo, lo cual hace posible su producción desde las regiones frías hasta las regiones tropicales. Debido a la demanda de la frutilla, es importante mantener un programa de reposición de plantines para mantener el nivel de producción y así también la rentabilidad, para lo cual es necesario realizar investigaciones y encontrar las mejores técnicas de producción.

El uso de productos orgánicos y naturales, para sustituir hormonas enraizadoras sintéticas, han obtenido buenos resultados. Por lo que se pretende estudiar técnicas de obtención de plantines en variedades establecidas en ambientes protegidos con la aplicación de enraizadores naturales, con la finalidad de acelerar la obtención de plantines de frutilla.

1.3 Antecedentes

La frutilla es cultivada en al menos 63 países, con una producción y superficie plantada en todo el mundo de 3 110 200ton y 221 500ha, respectivamente (FAO, 2000).

La producción de frutilla en nuestro país abarca zonas con condiciones agroclimáticas variables para su cultivo, tal es el caso del sector oriental con rendimientos de 25000kg/ha y en los valles con producciones similares en cuanto a rendimiento (Números de nuestra tierra, 1999).

El método de propagación de la frutilla es el vegetativo, renovando las plantaciones cada año. Comercialmente se puede propagar a través de la división de coronas o por estolones (Alvarado, 2001).

Se han realizado varios experimentos para sustituir fitohormonas enraizadoras por productos orgánicos obteniendo buenos resultados, con la utilización de extracto de sábila (García et al, 2008). Además Condori (2006), en propagación de estacas en arce encontró mejores respuestas de enraizamiento con extracto de sauce, seguido del jugo (“agua”) de coco.

Por otro lado nuestros agricultores no están acostumbrados a la reproducción, ni a la multiplicación de nuevos plantines por vía esquejes en el cultivo de la frutilla. Además aún no se producen en nuestra zona.

1.4 Justificación

La frutilla es un alimento humano codiciado, rico en vitamina C, que puede consumirse como fruta fresca, o bien, procesada (yogurt, leches, helados, purés, pulpas, dulces, mermeladas, jugos, licores, etc.). Posee propiedades medicinales, pues contiene ácido elágico, un fenol anticancerígeno.

Existen variedades de frutilla, carentes de estolones, cuya multiplicación en ellas se practica por división de corona, resultando más práctica y económica que la reproducción por semilla.

A fin de promover la producción de frutilla y ofrecer una nueva alternativa en la obtención de nuevos plantines a los productores de frutilla, es que se estudió la producción de plantines de frutilla con la aplicación de enraizadores naturales en esquejes de división de coronas, bajo ambiente protegido.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Producir plantines de frutilla (*Fragaria sp.*), con la aplicación de enraizadores naturales en esquejes de división de coronas, bajo ambiente protegido, en la Estación Experimental de Cota Cota.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar la respuesta de dos variedades de frutilla, en la producción de plantines, con la aplicación de enraizadores naturales.
- ✓ Evaluar el efecto de enraizadores naturales en la producción de plantines de frutilla.
- ✓ Estudiar el efecto de interacción de variedades y la aplicación de enraizadores naturales, en producción de plantines de frutilla.
- ✓ Efectuar el análisis de costos en la obtención de plantines de frutilla, bajo las condiciones en estudio.

2.3 Hipótesis

H₀: La respuesta de dos variedades de frutilla, en la producción de plantines, con la aplicación de enraizadores naturales son similares, bajo ambiente protegido.

H₀: El efecto de enraizadores naturales en la producción de plantines de frutilla son similares bajo condiciones en estudio.

H₀: El efecto de interacción de variedades y la aplicación enraizadores naturales, en producción de plantines de frutilla no tienen relación.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Origen de la Frutilla

Juscafresa e Ibar (1987), mencionan que la frutilla es nativa de las regiones templadas de todo el mundo, la *fragaria vesca*, L. considerada la mas antigua en todos los continentes y que ha dado origen a mas de 400 variedades.

Así mismo las frutillas, cultivadas se obtuvieron a partir de cuatro especies principales. La primera de ellas, la frutilla silvestre o de bosque, es una especie frágil nativa de las montañas de América y las Antillas (*Fragaria vesca*). La frutilla escarlata o frutilla de Virginia (*Fragaria virginiana*) es nativa del este de América del Norte y se introdujo en Europa durante el siglo XVII. La frutilla de playa o frutilla de Chile (*Fragaria chiloensis*) procede de las regiones montañosas del hemisferio occidental. La última especie se parece a la frutilla silvestre, común en Europa central, dio origen a las variedades europeas de frutos más gruesos llamados fresones (*Fragaria moschata*).

3.2 Clasificación Taxonómica y Botánica

La clasificación taxonómica de la frutilla, corresponde al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Rosales, familia Rosaceae, subfamilia Rosoideae, género *Fragaria*, especies *F. virginiana*, *F. vesca*, *F.moschata*, *F.chiloensis* nombre común frutilla o fresa (Rojas, 1996).

Ardaya y Yoshiro (1999), señalan que la frutilla es una planta herbácea, estolonífera, de bajo porte donde:

El sistema radicular en general es fibroso y de desarrollo superficial, alcanzando en sentido lateral unos 30 cm. Aproximadamente, está formado por raíces principales engrosadas y por un sistema de raicillas más finas, de color claro, agrupadas en ramificaciones laterales, éstas raicillas viven pocos días. Las raicillas son responsables de la absorción de agua y nutrientes del suelo. Las raíces principales son las responsables del anclaje de la planta y del almacenamiento de reservas durante los

períodos de bajas temperaturas y fotoperiodos decrecientes. La profundidad de la exploración radicular depende de las condiciones del suelo, humedad y variedad. Bajo condiciones favorables, nuevas raíces emergen de la corona en la base de cada nueva hoja, sin embargo si la base está sobre el suelo, las raíces pueden no inducirse o secarse antes de tocar el suelo.

El **tallo** de la planta está constituido por un eje corto de forma cónica llamado "corona", en el que se observan numerosas escamas foliares del que emergen hojas de los nudos y una yema en la axila de cada hoja. Estas yemas pueden estar en estado vegetativo o en estado reproductivo o floral (un racimo floral). La yema terminal en estado vegetativo siempre formará nudos muy cortos siendo éstos conocidos como la corona. Las yemas auxiliares, en cambio, pueden formar coronas laterales, que producen raíces adventicias de donde nacen otras plantas o estolones (tallos superficiales de crecimiento horizontal) de longitud y tamaño variable, de donde también nacen nuevas plantas.

Las **hojas** son trifoliadas, compuestas, de color verde más o menos oscuro y brillante, borde aserrado y con la cara superior pubescente. Los pecíolos son generalmente largos y pubescentes. Las hojas presentan gran cantidad de estomas.

Las **flores** blancas, son hermafroditas, se organizan en cimas y tienen cáliz de cinco piezas hendidas, cinco pétalos redondeados, numerosos estambres y pistilos; la polinización es por viento e insectos. En una misma planta de frutilla se están produciendo racimos sucesivamente, la floración es muy larga y se solapa con la producción.

El **fruto** es el resultado de la agregación de muchos carpelos secos diminutos sobre un receptáculo pulposo hipertrofiado de color rojo escarlata. Casi todos los fresales se multiplican a partir de los estolones que se forman unos dos meses después de la estación de plantación.

3.3 Variedades de Frutilla

3.3.1 Variedades de Día Corto

Su inducción floral ocurre cuando los días comienzan a acortarse y las temperaturas medias son moderadas (finales de verano a otoño). Pasan el invierno en reposo y producen concentradamente en primavera. Algunas de las variedades más conocidas: Pajaro, Chandler, Douglas, Oso Grande, Camarosa. (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.3.1.1 Oso Grande

De color rojo anaranjado, calibre grueso y buen sabor, la planta es vigorosa y de follaje oscuro cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado. No obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. En zonas de invierno frío, el transplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente, se aconseja una densidad de plantación de 6 - 7 plantas/m² colocadas en camellones cubiertos de plástico, con riego localizado y líneas pareadas.

Se puede usar en plantaciones de verano o en plantaciones de invierno, pero si se hace en invierno, la producción empieza más temprano, y si hay peligro de heladas en la zona o exceso de humedad habrá mucha pérdida de fruta por lo que es recomendable su plantación en verano.

3.3.2 Variedades de Día Neutro

Su inducción floral ocurre independiente del fotoperíodo (número de horas de luz), las yemas son inducidas en forma permanente, sólo las altas o las bajas temperaturas afectan el fenómeno inductivo. En este tipo de variedades, se prolonga desde la primavera hasta el otoño. Algunas de las variedades más conocidas: Selva, Fern, Sweet Charlie y Brighton (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.3.2.1 Sweet Charlie

El cultivar Sweet Charlie, desarrollado por la Universidad de Florida en 1992, es una variedad de alta precocidad excelente sabor y su fruto es de color rojo anaranjado. Tiene poca tolerancia a las altas temperaturas del subtrópico (Borque 2003).

Chandler et al (2004) citado por Mamani (2005) señalan que la fruta de Sweet Charlie presentó un peso promedio de 17g; su fruto es dulce, sabrosa y tiene un bajo contenido de acidez. Así mismo afirman que los frutos de primera calidad tienen la forma de cuña mientras que las frutas de segunda calidad tienen la forma cónica acunada, esta variedad es resistente a la antracnosis de fruto y de corona, y que no ha presentado ningún problema al moho polvoriento (*Sphaerotheca macularis f. sp. fragariae*).

3.4 Propagación de Plantas de Frutilla

La propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación por medios tanto sexuales como asexuales. La reproducción asexual, empleando partes vegetativas de la planta original, es posible, porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar una planta entera.

Existen tres sistemas de reproducción de la frutilla: **Propagación por semilla**, que solamente es usado en mejoramiento genético; **Propagación por estolones**, sistema usado en forma generalizada para la propagación comercial de frutilla en todo el mundo; y **División de matas**.- Consiste en separar las ramificaciones de la corona, pero el sistema no está difundido comercialmente (Hartmann y Kester, 1998).

También mencionan que los cultivares de producción continua, algunas de ellas, pueden producir para el final de la estación de crecimiento de 10 a 15 coronas fuertes por planta. Esas plantas se sacan del terreno y se dividen en partes con todo cuidado. Cada corona puede usarse como una nueva planta.

3.5 Métodos, Técnicas y Condiciones Para la Propagación

Para la propagación de plantas es necesario conocer las manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos (arte); se requiere el conocimiento de la estructura y la forma del desarrollo de la planta (ciencia); y por último conocerlas distintas especies o clases de plantas y los varios métodos con los cuales es posible propagar (Hartmann y Kester, 1998).

3.5.1 Planta Madre

En la propagación por estacas es de gran importancia la fuente u origen del material. Las plantas madres, de las cuales se obtengan, deben poseer las siguientes características: ser fieles al nombre y tipo, estar libre de enfermedades y plagas, encontrarse en el estado fisiológico adecuado, de manera que las estacas que se tomen de ellas tengan probabilidad de enraizar (Hartmann & Kester 1998).

Los mismos autores mencionan que: las plantas madres mantenidas como fuente de material de estacas, son la fuente ideal, dado que se puede determinar con precisión su historia e identidad de cada planta madre, es posible controlar su estado de sanidad y mantener su grado adecuado de nutrición y vigor.

Por otro lado, Juscafresa (1987), señala de no frenar la expansión de los tallos de las plantas madres de frutilla, en las variedades que la producen a su debido tiempo, llegaría un momento en que, por la densidad, perderían vigor, tendiendo a debilitarse en detrimento de la planta madre.

3.5.2 Efecto de Yemas y Hojas en el Enraizamiento de Plantación de Esquejes

Existe un número considerable de demostraciones experimentales de que la presencia de hojas en las estacas ejerce una fuerte influencia estimulante sobre la iniciación de raíces. Para que se formen las raíces durante los primeros tres o cuatro días de que se haga la estaca es necesaria la presencia de un ápice en crecimiento activo. Después se puede remover las yemas de la estaca sin que ello interfiera con la formación subsecuente de raíces (Hartmann & Kester 1998).

3.6 Cultivo

La frutilla (*Fragaria sp.*) es una especie de amplia distribución por el mundo, los trabajos de mejoramiento varietal han desarrollado variedades adaptadas a diferentes condiciones (Maroto, 1990).

3.6.1 Requerimientos del Cultivo

Bielinski y Henner (2009), describen las exigencias agroclimáticas del cultivo de la frutilla de la siguiente manera:

La frutilla es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas. Sin embargo, la frutilla necesita acumular una serie de horas frío, con temperaturas por debajo de 7°C, para dar una vegetación y fructificación abundante. Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta -20°C, aunque los órganos florales quedan destruidos con valores algo inferiores a la congelación. Los valores óptimos para el fructificación adecuado son entre 15-20°C de temperatura media anual.

La frutilla es un cultivo que es muy exigente en cuanto a condiciones de suelo y reacciona rápidamente ante cualquier estrés biótico o abiótico con disminución significativa del rendimiento comercial. La frutilla soporta bien valores de pH entre 6 y 7. El valor óptimo del pH es menor o igual a 6.5.

La frutilla prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua. La mayoría de los suelos minerales son adecuados para el cultivo de frutillas. Suelos de textura fina o con horizontes espódicos (capa de suelo impermeable) se pueden utilizar si presentan una superficie bien drenada. Las frutillas, por lo general, no se cultivan en suelos orgánicos. Todos los suelos, especialmente los excesivamente bien drenados, deben tener un contenido de materia orgánica arriba del 2% para mejorarlo y promover la retención de agua y fertilizantes. En definitiva, un suelo catalogado como arenoso o franco-arenoso y homogéneamente profundo se acercaría al ideal para el cultivo de la frutilla.

La frutilla es un cultivo muy exigente tanto en las cantidades de agua, muy bien distribuidas y suficientes a lo largo del cultivo, como en la calidad que ésta presente. El cultivo se resiente, disminuyendo su rendimiento, con concentraciones de sales en el agua superiores a 0.8 mmhos/cm.

3.6.2 Trasplante

El trasplante consiste en el traslado de los plantines del almacigo al lugar definitivo donde crecerá y se desarrollará. Esto se realiza cuando las plantas tienen 5 a 6 hojas definitivas o miden de 5 a 7cm de altura. Se recomienda no dejar crecer demasiado los plantines, porque pueden sufrir daños las raíces en el momento del trasplante (Gutiérrez, et al., 2009).

3.7 Cuidados del Vivero

Cualquiera que sea el origen de las plantas que van a ser utilizadas en una plantación, es de máxima atención el cuidado de las mismas en los viveros de propagación, teniendo presente que el suelo debe conservarse limpio de malezas, con la humedad suficiente, de igual manera se debe proveer de fertilización adecuada, principalmente con nitrogenados. Durante todo el periodo, para producir plantas certificadas se deben extremar los tratamientos fitosanitarios y la eliminación de plantas fuera de tipo o mezclas varietales (Ingeniería Agrícola, 2008).

En la propagación y cultivo de plantas jóvenes de vivero, las instalaciones y procedimientos se dispone de manera que se optimice la respuesta de las plantas a los factores ambientales fundamentales que influyen en su crecimiento y desarrollo: luz, agua, temperatura, gases y nutrientes minerales. Además requieren protección contra patógenos y plagas, así como el control de nivel de salinidad en el medio de cultivo (Hartmann & Kester 1998).

3.8 Reguladores de Crecimiento

Son compuestos químicos especializados producidos por las plantas, son los principales factores internos que controlan el crecimiento y el desarrollo. Se producen en cantidades muy pequeñas en unas partes de las plantas y son transportadas a otras, donde ejercen su acción. Una misma hormona puede desplegar efectos distintos en diferentes tejidos de destino.

El proceso de rizogénesis está íntimamente ligado con la división celular, siendo práctica normal en horticultura y, sobre todo, en los viveros, aplicar auxinas a los esquejes para favorecer el enraizamiento.

Las auxinas fomentan el crecimiento, la división celular y el transporte de nutrientes; las **giberelinas** estimulan el crecimiento y la floración; las **citocininas** regulan, junto con las auxinas y las giberelinas, todos los procesos metabólicos. Son muy importantes para la formación de proteínas (Hartmann y Kester, 1998).

La auxina IAA (ácido 3-indol-acético) fue descubierta en 1934. Se trata de una hormona natural presente en mayor o menor grado en las plantas y producida en el meristemo de los brotes, desde donde viaja a otras partes de la planta. Favoreciendo la formación de raíces. Al año siguiente se sintetizaron dos nuevas auxinas que tenían una mayor actividad que la hormona natural el IAA. Estos nuevos compuestos fueron: IBA (ácido 3-indol-butírico) y el NAA (ácido 1-naftaleno-acético). Todos los productos comerciales modernos para enraizamiento están basados en estas dos hormonas o son sus derivados para buscar su efectividad en algunas aplicaciones.

3.9 Enraizadores Naturales

Son reguladores fisiológicos que actúan sobre los puntos de crecimiento activo de las raíces de las plantas y afectan las divisiones celulares promoviendo la emisión radical. En la práctica pueden utilizarse sustancias para estimular el proceso de enraizamiento, favoreciendo la formación de raíces adventicias. Actualmente se ha despertado gran interés por el uso de estimuladores de enraizamiento de origen natural, como el cristal de sábila y la cocción de las hojas del sauce, entre otros (Hartmann & Kester 1998).

Los mismos autores señalan que el objeto de tratar las estacas con reguladores del crecimiento (hormonas) del tipo auxina es para aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar la formación de las mismas, aumentar el número y la calidad de las raíces formadas en cada estaca y uniformizar el enraizado. Donde existen varias formas de aplicar los fitoreguladores: a nivel radicular, en el tronco y aplicación

localizada en alguna parte en particular de la planta, pulverización foliar. A nivel radicular se puede aplicar: después de la plantación, mediante el riego, antes de la plantación, sumergiendo las raíces en la suspensión que contenga el fitorregulador o aplicando el fitorregulador en el sustrato.

3.9.1 Sábila

La sábila (*Aloe vera*) pertenece a la familia Liliaceae y es originaria de África. Durante siglos fue utilizada por sus propiedades medicinales y terapéuticas sin ningún entendimiento claro o análisis científico de cada una de sus propiedades. Es una planta perenne, de rizoma largo, parecido a un maguey, con una raíz alargada que forma un rizoma que puede ser dividido para propagar la planta (Bonn, 1836 citado por Giraldo, 2009). La sábila tiene una amplia adaptación a diferentes climas y suelos, incluso en áreas con baja fertilización y suelos poco fértiles, (Durán 2007 citado por Giraldo, 2009).

El gel de sábila contiene alrededor de 98.5% de agua, es rico en mucílagos, formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos, unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa; también están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructuosa y otros azúcares hidrolizables. Químicamente se caracteriza por la presencia de compuestos fenólicos de gran poder antioxidante, que son generalmente clasificados en dos grupos principales; las cromonas y las antroquinonas. Contiene algunas vitaminas hidrosolubles y minerales como calcio, fósforo potasio, hierro, sodio, magnesio, manganeso, cobre, cromo y zinc, además de alrededor de 17 aminoácidos, siendo el principal la Arginina. También presenta enzimas como la oxidasa, catalasa y amilasa (Sánchez, 2007 citado por Giraldo, 2009).

3.9.2 Sauce

Los sauces (*Salix sp.*) son árboles muy nobles por los múltiples beneficios que proporcionan como: plantas de sombra y ornato; el uso de su madera para leña y carbón, en sistemas agroforestales, en el ámbito medicinal y artesanal, así como su reciente uso en plantaciones para la generación de combustible para la energía eléctrica en el vecino país del norte y en trabajos de investigación, se muestran que

estos árboles también absorben nitratos y fosfatos, lo que ayudaría en un futuro a purificar el agua de desperdicios de grandes ciudades. Además, de los sauces se extrae el principio activo ácido-acetil-salicílico, para la fabricación de aspirinas y disolventes del ácido úrico. (Niembro, 1986 citado por citado en Giraldo, 2009).

Sus hojas son alternas, de forma ovadolanceoladas, de 2 a 13cm de largo por 1 a 6cm de ancho, margen serrado-repando, con nervación abierta. Pedicelo acanalado, canaliculado con un hueco pequeño longitudinal; base obtusa y en algunas hojas redondeada, pecíolo corto, con envés densamente tomentoso.

Condori (2006), indica que el sauce llorón tiene propiedades inherentes, satisfactorias como enraizador, al obtener extracto a través del machacado de sus hojas, aproximadamente 1kg de hojas con ½ litro de agua.

3.9.3 Coco

Parrotta (1993), describe de la siguiente manera: *Cocos nucifera* L., conocida comúnmente como coco, palma de coco y coconut palm, es tal vez uno de los árboles de los trópicos mejor reconocidos y uno de los más importantes económicamente. El coco crece a lo largo de las costas arenosas a través de los trópicos y en la mayoría de las regiones subtropicales. Es una palma alta y erecta, usualmente de 10 a 20 m de altura, posee un tronco delgado, ya sea curvo o recto, a menudo ensanchado e inclinado en la base, con una corteza parda o gris ligeramente rajada (fig.1). El coco se planta extensamente por su fruto y como una planta ornamental y se usa a través de su área de distribución como una fuente de alimento y bebida, aceite, fibra, combustible, madera y otros numerosos productos. Se usa también en el entechado y en otras aplicaciones como material de construcción.

El “agua” del fruto del coco obtenida de las frutas inmaduras se consume como una bebida nutritiva y refrescante. El “agua” de coco contiene azúcar, enzimas y vitaminas, incluyendo biotina (0.02 a 0.025mg/100ml), ácido ascórbico (0.70 a 3.70mg/100ml), ácido nicotínico (0.64 a 0.70mg/100ml), ácido pantoténico (0.52 a 0.55mg/100ml), riboflavina (0.01mg/100ml) y ácido fólico (0.003mg/100ml).

El “agua” de coco es rica en sustancias (hormonas) inductoras del crecimiento en las plantas y fue usada extensamente en las investigaciones de cultivo histológicos en el pasado.

3.10 Sistemas Atemperados

Los sistemas atemperados son ambientes propicios para el cultivo de las hortalizas u otros cultivos, ya que aprovecha la energía solar positiva, reciben luz, mantiene temperatura, evapotranspiración que beneficia al desarrollo de los cultivos. La construcción por lo general es sencilla, se utilizan adobes para los muros, madera o callapos para el armazón del techo y agrofilm para la cubierta, (Hartmann, 1990).

3.10.1 Importancia del Ambiente Protegido

Existen distintos tipos de construcciones como invernaderos, ambientes protegidos, carpas solares, con el fin de proteger las cosechas, conseguir un adelanto o retraso de su ciclo, controlar humedad y radiación. Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperaturas a niveles críticos, la energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, siendo los más comunes en la región andina de Bolivia (Valdez, 1995).

3.10.2 Orientación

Las carpas solares deben ser debidamente orientadas, esto permitirá captar la mayor concentración de luz/temperatura/horas/día/planta, lo que favorecerá para obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo, obteniendo excelentes rendimientos (CEDEFEOA, 2002).

Una carpa solar bien orientada captura mejor los rayos de sol, durante más horas del día, lo que permite el buen desarrollo y crecimiento de las hortalizas. Por eso la carpa solar debe estar orientada tomando en cuenta la salida y entada del sol, (Gutiérrez et al., 2009).

3.11 Condiciones Ambientales durante el Enraizamiento

3.11.6 Temperatura

La temperatura dentro el ambiente protegido debe mantenerse entre los 10 a 25°C, la cual controlamos mediante la circulación del aire, que se produce por el intercambio de aire frío que ingresa por una ventana y el aire caliente que sale por otra ventana. La temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal, (Gutiérrez et al., 2009).

Para la mayoría de las estacas de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de unos 21 a 27°C, con temperaturas nocturnas de 15°C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas. Las temperaturas del aire en excesivo elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y a aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo (Hartmann & Kester, 1998).

3.11.7 Humedad del Ambiente

La humedad del ambiente de la carpa solar debe mantenerse entre el 40% y 70%. Una humedad mayor puede favorecer el desarrollo de enfermedades. Cuando la humedad es baja las plantas pueden sufrir quemaduras, marchites en las hojas y es propicia para la aparición de plagas (Gutiérrez et al., 2009).

Por otra parte, un ambiente seco dentro las carpas solares, influye en la duración del agrofílm, el cual llega a deteriorarse rápidamente, (Flores, 1999).

3.11.8 Luminosidad

La luminosidad es considerada uno de los factores más importantes del medio, ya que es parte integrante del proceso de fotosíntesis de la clorofila en las plantas, el crecimiento, el fotoperiodismo, la morfogénesis, fotoperiodismo, la formación de pigmentos y vitaminas. El anhídrido carbónico junto a la luz mas la temperatura ayudan

a la fotosíntesis, para obtener mayores resultados cuantitativos, precocidad y buena calidad, (Flores, 1999).

En el enraizamiento, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. Los efectos de la luz en él pueden deberse a la intensidad (irradiancia), al fotoperiodo (longitud del día) y a la calidad de la luz. Esos efectos pueden ser ejercidos ya sea en las plantas madres de las que se toma el material o en las estacas mismas durante el proceso de enraizamiento (Hartmann & Kester 1998).

3.11.9 Riego por Micro Aspersión

En la propagación de plantas, las aspersiones que forman niebla mantienen sobre las hojas una película de agua, que no solo se conduce a que la hoja este circundada por una humedad elevada relativa, sino también reduce la temperatura del aire y de la hoja, factores que todos tienden a reducir la tasa de transpiración. Con los sistemas de microaspersión, el agua se aplica a intervalos frecuentes y cortos, usándose una cantidad relativamente pequeña de agua y la temperatura del medio de enraizamiento no es adversamente baja (Hartmann & Kester, 1998).

3.11.10 Ventilación

Una mala ventilación trae consigo problemas de asfixiamiento, debilitamiento de las plantas y como también la proliferación de plagas y enfermedades (Flores, 1999).

La mayor parte de los ambientes protegidos requieren de un eficiente sistema de ventilación por tres razones: a) para abastecimiento de CO₂, utilizado por las plantas para la fotosíntesis, b) para limitar y controlar la elevación de temperatura en el ambiente; c) para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas (Guzmán, 1993).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización y Ubicación Geográfica

El presente estudio se llevó a cabo en un ambiente protegido de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la zona de Cota Cota, a 15km al sur este del centro de la ciudad de La Paz, provincia Murillo, departamento de La Paz, ver figura 1. Geográficamente se encuentra situado a 16° 32' 04" latitud sur y 68° 03' 44" longitud oeste y altitud de 3445 m.s.n.m.

4.2 Descripción del Área de Estudio

4.2.1 Clima

El clima de La Paz es caracterizado como “clima tropical de alta montaña” o “Tropical de ritmo diario” es decir con variaciones marcadas de temperatura durante el día y poca variación a lo largo del año, (Lorini, 1991).

De acuerdo a los datos de la misma Estación Experimental la región se caracteriza por ser templada con una temperatura media anual de 9°C, una máxima anual de 21°C y una mínima anual de -0.6°C, siendo el periodo de lluvias de diciembre a marzo, el resto del año es seco, con una humedad relativa promedio anual de 46%, la precipitación media anual es de 400mm.

4.2.2 Suelo

Guzmán (2000), indica que la litología presenta un panorama variado con calizas, gravas, rocas ígneas andesíticas, ígneas basálticas, dos tipos de conglomerado, brecha y toba volcánica, depósitos aluviales y coluviales. Así mismo la zona se caracteriza por tener un suelo de textura franco arcilloso. El suelo del sector tiene: estructura media, estas características permiten la infiltración del agua.

4.2.3 Vegetación

Guzmán (2000), menciona que el área de estudio presenta especies forestales nativas e introducidas, especies herbáceas silvestres y diferentes cultivos agrícolas, especies hortícolas y frutales introducidos.

4.3 Materiales

4.3.1 Material Genético

Las plantas madres que se utilizaron fueron las variedades Oso grande y Sweet Charlie., que se encuentran en la misma Estación Experimental, que tenían dos años de establecimiento, utilizado para producción e investigaciones, en el momento en que se obtuvieron los esquejes de corona.

4.3.2 Material de Vivero

Los materiales que se utilizaron dentro el vivero fueron: una regla metálica de 30cm, vernier (precisión de 0.1mm), una lupa, un juego de jardinería, marbetes,etc.

4.3.3 Material de Laboratorio

En el laboratorio se utilizó: vasos de precipitación de 1000 y 100 mililitros, fuentes, machacadora, varillas de madera.

4.3.4 Instrumentos Meteorológicos

Para la medición de la temperatura máxima y mínima, dentro el ambiente protegido, se utilizó un termómetro ambiental. También se utilizó un medidor de pH y humedad del sustrato.

4.3.5 Sustrato

El sustrato se preparó con arena, tierra de lugar, turba y ceniza.

4.3.6 Enraizadores Naturales

Los enraizadores naturales que se utilizaron fueron: extracto de sauce, “agua” de coco y extracto de sábila.

4.3.7 Material de Gabinete

Se utilizó, una cámara digital, lápices, calculadora, un cuaderno de registro de datos, etiquetas, un equipo de computadora y materiales de almacenamiento magnético.

4.3.8 Características del Ambiente Protegido

El experimento se realizó en un ambiente protegido, tipo carpa solar modelo media agua, cuya estructura está formado en la parte basal por piedra, cemento y ladrillos; el armazón con vigas y listones de madera, todo cubierto con plástico agrofilm de 250 micras y para sujetar se utilizó cintas plásticas clavadas a las vigas con clavos de uno y medio de pulgadas.

El ambiente protegido tuvo una superficie de 35m². Dentro de él se tuvo ocho platabandas construidas de madera elevadas a un metro de altura. Cada platabanda con una superficie de 3m².

4.4 Metodología

4.4.1 Procedimiento Experimental

4.4.1.1 Construcción de Platabandas

Se construyó una platabanda de madera con las siguientes dimensiones: ancho 1m, largo 3m y con una profundidad de 20cm, elevada a un metro de altura el suelo.

4.4.1.2 Preparación del Sustrato

Se utilizó mezcla de arena fina, tierra de lugar y turba, con una proporción de 1:1:2, en volumen, luego se procedió al llenado del sustrato en la platabanda. Además se adicionó 5% de ceniza para ayudar en la desinfección y usando agua hirviendo, que se aplicó 20 litros para 3m² de sustrato con una regadera de ducha fina, 24 horas antes de la siembra y luego se niveló.

El preparado del sustrato se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Primero se tamizó la tierra, arena y turba, en una malla milimétrica, para eliminar las partículas grandes.
- ✓ Se procedió con el preparado del sustrato, que contenía tierra del lugar previamente cernida, arena fina, turba, y ceniza, en total se utilizó: 2, 2 y 4 carretillas respectivamente y se adicionó una pala de ceniza.

- ✓ Se vació todos los componentes en un recipiente grande, el cual se procedió a mezclar, hasta uniformar la textura.
- ✓ Posteriormente se vació en las platabandas, para luego nivelarlo.
- ✓ Por último se realizó el riego con una regadera, listo para sembrar los esquejes.

4.4.1.3 Selección de Plantas Madres

La elección de las plantas madres se realizó a aquellas que hayan tenido las mejores características de producción y que no hayan tenido problemas con plagas ni enfermedades. Por cada planta madre en promedio se obtuvieron: en la variedad Oso Grande 7 esquejes; y en la variedad Sweet Charlie 10 esquejes.

Se debe aclarar que el cultivo de frutilla de las plantas madres se encontró en época de invierno, donde disminuye la producción de frutilla y la planta entra en descanso.

4.4.1.4 Tratamiento de las Matas o Coronas Divididas (Esquejes)

Una vez recolectados los esquejes de frutilla, se colocaron inmediatamente en agua, desde el cuello de la raíz, cuidando de no mojar las hojas. Se preparó a los esquejes cortando en forma de bisel la parte terminal de la raíces, próximos a la corona, además por cada esqueje se dejó una hoja pequeña. Posteriormente se sumergieron los esquejes en los tratamientos de enraizamiento, de acuerdo al diseño del experimento.

4.4.1.5 Aplicación de Enraizadores Naturales

Primeramente se preparó los enraizadores naturales de la siguiente manera:

Aproximadamente en un litro de “agua” de coco, acumulado en un vaso precipitado, se sumergieron la parte inferior de los esquejes en el vaso, por 6 horas, siguiendo las recomendaciones de Condori (2006).

Para el extracto de sauce, se machacó un kilogramo de hojas y se adicionó un litro de agua en un recipiente, dejando reposar por 12 horas, luego se filtró. Por último se sumergieron los esquejes por 6 horas, siguiendo las recomendaciones de Condori (2006).

Se obtuvo el extracto (jugo) de sábila, raspando la parte interna de las pencas y se preparó una solución al 8%, aproximadamente un litro de solución, siguiendo las recomendaciones de García et al. (2008), las estacas se sumergieron durante 25 minutos en la solución.

4.4.1.6 Plantación de Esquejes

Posterior a los tratamientos de enraizamiento, en la platabanda donde se preparó el sustrato se colocó los esquejes en pequeños hoyos distantes a 8cm entre esquejes y 8cm entre surcos, en un sistema de plantación de tres al bolillo, en fecha 26 de julio.

4.4.1.7 Raleo de hojas

Cuando los plantines tuvieron las primeras hojas formadas, 15 días después, se eliminó la hoja con la que el esqueje se sembró, con una tijera podadora previamente desinfectada.

4.4.1.8 Riego

El riego se realizó mediante un sistema de micro aspersion, el cual se administró de acuerdo a las necesidades del sustrato, inicialmente se realizó diariamente manteniendo a capacidad de campo, posteriormente alternando días, 4 veces a la semana.

4.4.1.9 Registro de Temperatura

Se registró diariamente la temperatura máxima y mínima del ambiente protegido, con un termómetro meteorológico, de ahí se obtuvieron los promedios semanales y mensuales, lo cual nos permitió realizar un análisis de la temperatura en el desarrollo de la producción de plantines de frutilla.

4.4.1.10 Registro de Humedad y pH del Sustrato

También se registraron el porcentaje de humedad y pH del sustrato diariamente con un medidor de humedad y pH, obteniendo así los promedios semanales y mensuales.

4.4.1.11 Toma de Datos

Se tomaron datos de tres muestras etiquetadas al azar en cada repetición, obteniendo un promedio para su análisis estadístico, descartando los plantines de los bordes. Los cuales se evaluaron de acuerdo a las variables en estudio.

4.4.1.12 Análisis Estadístico

Para demostrar las diferencias entre los tratamientos, se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y las pruebas de significancia mediante la prueba de Tuckey, procesados por el paquete estadístico SPSS versión 11.6.

4.4.1.13 Evaluación de los Costos de Producción

Después se siguió el análisis de los costos de producción de los tratamientos, con los rendimientos que se obtuvieron durante el ensayo experimental.

4.4.2 Diseño Experimental

El presente estudio se desarrollo en un diseño completamente al azar bifactorial. Donde el modelo aditivo lineal es el siguiente: (Calzada, 1970).

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

γ_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto de la i-ésima, factor variedad

δ_j = Efecto de la j-ésima, factor enraizador

$(\alpha\delta)_{ij}$ = Interacción entre la i-ésima factor variedad y la j-ésima factor enraizador

ϵ_{ijk} = Error experimental

4.4.2.1 Características de los Tratamientos

Los factores de estudio fueron:

A. Variedades de Frutilla

- a1. Oso grande.
- a2. Sweet Charlie.

B. Tipos de enraizadores

- b1. "Agua" de coco.
- b2. Extracto de Sauce llorón
- b3. Extracto de Sábila.
- b4. Testigo (sin tratamiento).

De acuerdo a los factores se formularon los siguientes ocho tratamientos:

T1 = a_1b_1 = Oso Grande x "agua" de coco.

T5 = a_2b_1 = Charlie x "agua" de coco.

T2 = a_1b_2 = Oso Grande x extracto de sauce.

T6 = a_2b_2 = Charlie x extracto de suace.

T3 = a_1b_3 = Oso Grande x extracto de sabila.

T7 = a_2b_3 = Charlie x extracto de sábila.

T4 = a_1b_4 = Oso Grande x Testigo.

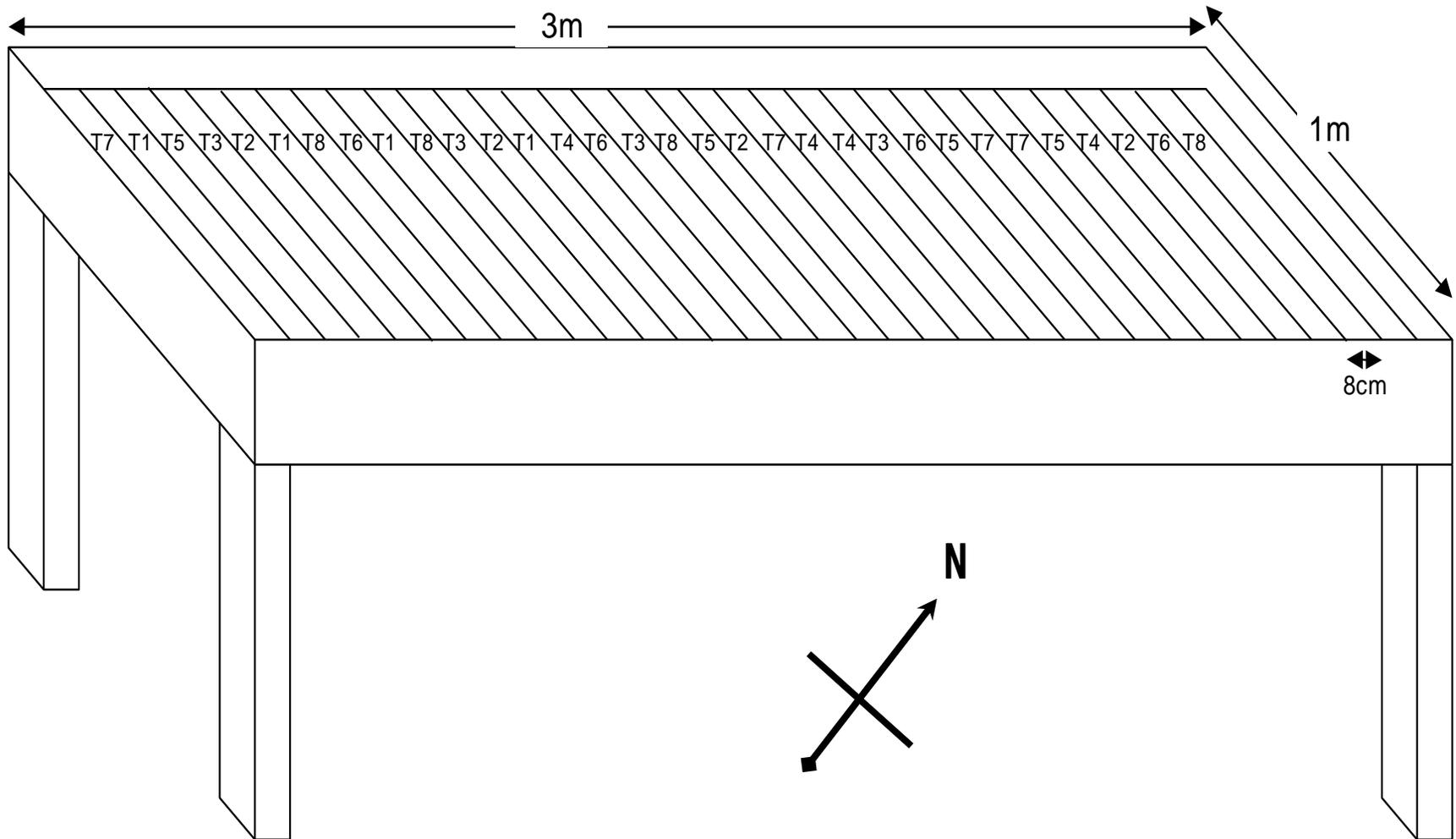
T8 = a_2b_4 = Charlie x Testigo.

4.4.2.2 Características del Área Experimental

La distribución de los tratamientos se realizó en una platabanda del ambiente protegido donde se tuvo lo siguiente:

- Diseño : Completamente al azar bi-factorial
- Área unidad experimental : $3m^2$
- Número tratamientos : 8
- N° de repeticiones por tratamiento: 4
- N° Unidades experimentales : 32
- Distancia entre surcos : 8cm
- Distancia entre plantas : 8cm
- N° de plantas por tratamiento : 10
- N° de plantas por surco : 12
- N° de plantas en estudio : 320
- N° de plantas en borde : 72
- Total N° de plantas : 392
- N° de muestras por UE : 3
- Total N° de muestras : 64

4.4.2.3 Croquis del experimento



Elaboración propia

Figura 2. Representación gráfica de croquis del experimento.

4.4.3 Variables de Respuesta

4.4.3.1 Días a la Brotación

Se midió el número de días transcurridos, desde la plantación de esquejes hasta el momento en que más del 50% de los esquejes, brotaron, en cada tratamiento, el indicador más práctico fue cuando la pequeña hoja con la que fue plantado el esqueje se puso turgente.

4.4.3.2 Porcentaje de Prendimiento

Se contabilizó sobre el total de plantas en cada tratamiento, los esquejes prendidos a los 20 días, después de la plantación, el mismo es expresado en porcentaje.

4.4.3.3 Velocidad de Crecimiento de Altura de Planta

Se midió cada cinco días desde el cuello de la raíz hasta el extremo superior más alto de la planta, en las plantas etiquetadas, con una regla graduada en milímetros.

4.4.3.4 Número de Hojas del Brote Principal

Se midió cada cinco días, contando las hojas que se tiene en el brote principal, en las plantas etiquetadas.

4.4.3.5 Longitud de Raíz

Se midió desde el cuello de la planta hasta el extremo final de la raíz, en las plantas etiquetadas al azar, con una regla graduada en milímetros, antes del trasplante a lugar definitivo.

4.4.3.6 Volumen Radicular

Se midió observando el desplazamiento de volumen de agua, en un vaso precipitado de 100ml, al sumergir la raíz en el vaso precipitado con agua, de cada una de las muestras etiquetadas, antes del trasplante a lugar definitivo.

4.4.3.7 Índice de Área Foliar

Inicialmente se determinó el área foliar, al momento de realizar el trasplante, con método indirecto no destructivo, propuesto por Purquerio, et al. (2006). Con un modelo matemático

ajustado para el cultivo de frutilla, midiendo el largo y ancho de los foliolos de todas las hojas presentes en las plantas seleccionadas al azar, posteriormente se utilizó la fórmula:

$$IAF = \frac{\text{Área Foliar (cm}^2\text{)}}{\text{Área de suelo de la planta (cm}^2\text{)}}$$

4.4.3.8 Temperatura

Se registró diariamente las temperaturas máximas y mínimas durante todo el proceso de la experimentación.

4.4.3.9 Humedad y pH del Sustrato

Se registró diariamente el pH y la humedad del sustrato durante todo el proceso de la experimentación.

4.4.4 Análisis Económico

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que proporciona información económica, procurando hacer siempre desde la perspectiva del agricultor, así informar los beneficios que podía obtener en términos de rentabilidad.

Por lo que primero se determinaron los costos de insumos en base a valores regionales, posteriormente los costos de producción, con la cantidad de insumos variables y la mano de obra utilizada en el vivero. Con estos datos se elaboró el presupuesto parcial para la producción de 1000 plantines de frutilla, ajustando el mismo con 10% de pérdida. El análisis marginal y el presupuesto parcial nos sirvieron para determinar las implicaciones económicas de los tratamientos de la investigación.

Se utilizó el método de presupuestos parciales, recomendada por el CIMMYT (1988), determinando las aplicaciones económicas en costos y beneficios como se detalla a continuación.

4.4.4.1 Costo Total de Producción (CTP)

El costo total de producción de un cultivo (**CTP**); es la suma de todos los costos que varía en un determinado tratamiento y es la suma de los costos fijos (CF) y los costos variables (CV).

$$\text{CTP} = \text{CF} + \text{CV}$$

a) Costos Fijos (CF)

Los costos fijos son aquellos costos que no varían en una producción agrícola que incluye principalmente la infraestructura requerida.

b) Costos Variables (CV)

Los costos variables son aquellos costos que varían en una producción agrícola que incluyen los insumos y la mano de obra requerida.

4.4.4.2 Beneficio Bruto (BB)

Llamada también Ingreso Bruto, donde por cada tratamiento se multiplica el precio de campo (PP), y el rendimiento ajustado (Y).

$$\text{BB} = \text{PP} \times \text{Y}$$

4.4.4.3 Beneficio Neto (BN)

El beneficio neto (BN) es la diferencia del beneficio bruto (BB) de una producción y el costo total de producción (CTP).

4.4.4.4 Relación Beneficio/costo (B/C)

El beneficio/costo, es la relación que existe entre los beneficios brutos (BB) sobre los costos totales de producción (CTP), de una actividad.

Donde la regla básica del beneficio/costo, es que una inversión sea rentable considerando la relación mayor que la unidad ($B/C > 1$), aceptable si es igual a la unidad ($B/C = 1$) y no es rentable si es menor que la unidad ($B/C < 1$).

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación, sobre el comportamiento de la producción de plantines de frutilla bajo las condiciones de estudio planteados. Una vez descrita los resultados de las variables de respuesta se realiza el análisis y discusión con respecto a los resultados encontrados.

5.1 Variables Edafo - Climáticas

El estudio de estas variables nos permitirá apreciar el efecto de la temperatura del ambiente, humedad y pH del sustrato, sobre la producción de plantines de frutilla, en esquejes. Al respecto Urrutia et al. (1986), señala que el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de las condiciones edafo - climáticas, bióticas y de la especie en estudio, las que no deben considerarse de forma independiente.

5.1.1 Temperatura en el Ambiente Protegido Durante la Investigación

Dentro los ambientes atemperados las fluctuaciones climáticas son muy variados de acuerdo a la época del año, horas del día y de la noche, en sus parámetros de temperatura y humedad que influye en el comportamiento fisiológico del cultivo.

Las temperaturas han sido registradas automáticamente con un termómetro ambiental de máxima y mínima, diariamente a partir del 25 de julio hasta el 5 de septiembre, al mismo tiempo se obtuvo los promedios de temperaturas diarias (Ver anexo 1).

En la figura 3 se muestran las fluctuaciones de temperaturas promedios semanales durante el periodo de investigación, al interior del ambiente protegido, en los meses de julio, agosto y septiembre. En la primera y segunda semana se registraron temperaturas por debajo de 0°C, llegando hasta -2°C en fechas 31 de julio y 3 de agosto, en las dos últimas semanas se registraron las temperaturas mas altas, que ocurrió generalmente a horas 12:00 a 13:00p.m., teniendo como la temperatura más alta de 42°C en fecha 7 de agosto. Además debido a que el ambiente protegido no cuenta con una ventilación adecuada, fue difícil controlar la elevación de la temperatura.

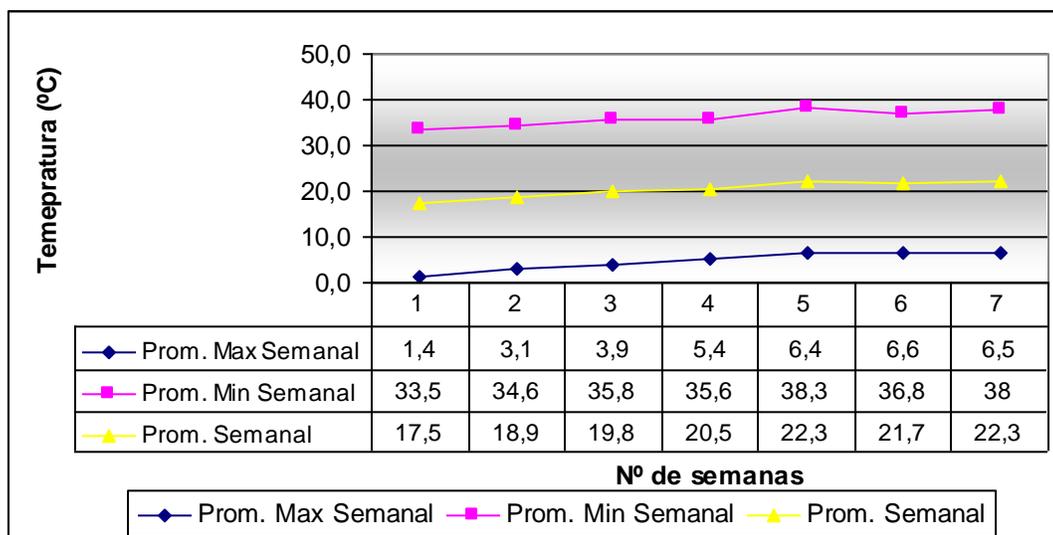


Figura 3. Variación de temperatura promedio semanal mínima y máxima al interior del ambiente protegido.

La temperatura al interior del ambiente protegido, depende en gran medida de la radiación solar que llega a la cobertura y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento. La radiación atrapada calienta el interior del ambiente protegido (Hartman, 1990).

Durante el desarrollo del experimento se observaron efectos negativos de las temperaturas mínimas y máximas, es decir, que este factor climático no se mantuvo, en algunos días, dentro del rango que los plantines de frutilla exigen, provocando necrosis en el borde de los folíolos recién brotados y disminución en el desarrollo de las hojas, cuando las temperaturas llegaron por debajo de cero grados y por otro lado estrés, cuando las temperaturas ascendieron por encima de los 35 °C.

En la primera y segunda semana se tuvo temperaturas, por debajo de 5°C, donde los plantines de frutilla detuvieron su desarrollo, esto coincide con lo manifestado por Serrano (1979) que señala que las plantas de frutilla detienen su desarrollo con temperaturas de 2 a 5°C, de acuerdo al cuadro 1.

Cuadro 1. Temperaturas críticas de la frutilla

Se hielan las plantas	-3°C a -5°C
Detienen su desarrollo	2°C a 5°C
Arraigue mínimo	10°C
Arraigue óptimo	18°C

Fuente: Serrano (1979)

Por otra parte, Folquer (1986), señala que las temperaturas óptimas diurnas durante el desarrollo de la frutilla, para la germinación necesitan entre 23 y 27°C, para el crecimiento requiere entre 20 y 27°C.

5.1.2 Humedad y pH del sustrato

En cuanto a la humedad y pH del sustrato durante el desarrollo de los plantines, se registraron los datos, con un instrumento medidor de Humedad y pH de suelo, diariamente como se muestra los datos en el anexo 1.

Al tener datos de humedad del sustrato, permitió controlar y mantener la humedad adecuada del sustrato, aplicando el riego por microaspersión, cuando se tenía lecturas bajas de humedad, para evitar problemas por déficit de agua, o provocar encharcamientos, a pesar de tener buen drenaje; la lectura de pH permitió ver si hubo variaciones, para tomar en cuenta en los efectos de la producción de plantines de frutilla.

La humedad del sustrato, durante todo el desarrollo de los plantines, se mantuvo en promedio con 32% de humedad gravimétrica, el sistema de riego por microaspersión tuvo aproximadamente un caudal de 1 a 1.5 litros/minuto por punto de aspersion, lo que permitió formar una alta humedad del ambiente.

De acuerdo a Sánchez et al. (2004), se requiere de un sistema preciso de riego capaz de otorgar necesidades de agua a intervalos cortos y bajo volumen. Por cada gotero sobre el sustrato, con capacidad de flujo de 2 litros por hora. La meta es obtener un promedio de 25%, que cambia diariamente de acuerdo a las condiciones del medio ambiente y el crecimiento del cultivo.

El pH, en el sustrato del presente trabajo de investigación, se mantuvo entre 6.6 y 7, ligeramente ácido a neutro, con un promedio general de 6.8. Por lo que se asume que este factor no ocasionó problemas en el normal desarrollo de los plantines de frutilla.

Al respecto de acuerdo a Maroto (1990) y López (1988), el pH óptimo del suelo para la producción de frutilla esta entre 5.5 y 6.8, por otro lado Verdier (1987), afirma que la frutilla vegeta adecuadamente entre los valores de pH entre 6 y 7.

5.2 Variables Agronómicas, Fenológicas y Fisiológicas

Para poder observar y explicar el comportamiento que presentaron las diferentes variables durante el desarrollo del ensayo, se registraron datos de las diferentes variables como se muestra en el anexo 2.

Al respecto Aprea et al. (2002), señalan que en la producción de plantines de frutilla, la acción combinada de las características de los suelos y las condiciones climáticas propias de las áreas destinadas a vivero, resultan tener un notable efecto sobre las particularidades del material obtenido, en especial sobre el contenido de sustancias de reservas, el grado de madurez de los tejidos y la diferenciación de las estructuras vegetativas y reproductivas. Además la presencia de sustancias de reserva a nivel del aparato radicular y corona del plantín permite tener un desarrollo equilibrado durante la fase crítica de la plantación.

A continuación se presenta el análisis de los datos obtenidos en el ambiente protegido de cada una de las variables agronómicas:

5.2.1 Días a la Brotación

Se midió el número de días en el que surgieron brotes, del 50% de los esquejes en cada tratamiento.

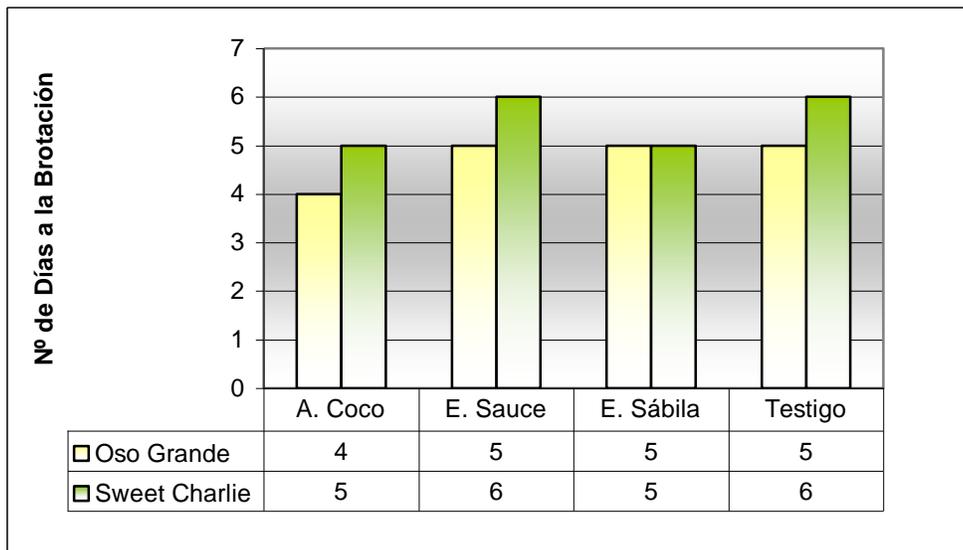


Figura 4. Días a la brotación.

En la figura 4, se muestra el gráfico y datos de los días a la que brotaron en cada tratamiento, donde la mejor respuesta de brotación fue al “agua” de coco con 4 días en la variedad Oso Grande y 5 días en la variedad Sweet Charlie, seguido del tratamiento con extracto de sábila con un promedio de 5 días en ambas variedades, por último el tratamiento con extracto de sauce y el testigo, la brotación tardaron 6 días en la variedad Sweet Charlie y 5 días en la variedad Oso Grande.

La diferencia de días en la brotación entre los tratamientos, podría deberse a varios factores; inicialmente al estado fisiológico de la planta madre de los esquejes obtenidos, ya que existían esquejes con tejidos epidérmicos lignificados, semi lignificados y no lignificados (tiernos), a pesar de uniformarlos; por otro lado el diámetro de los esquejes, no fue uniforme, ya que aquellos de mayor diámetro tienen mayor almacén de nutrientes lo cual ayuda a mantenerse estable y recuperarse lo mas antes posible.

Lo cual es coincido por Mamani (2005), quien menciona en propagación de frutilla, esta influenciado por el tamaño y estado fisiológico de los explantes (coronas de la planta madre), los cuales presentaban tejidos herbáceos y tejidos algo lignificados.

Por otro lado la profundidad de siembra de esquejes podría ser otro factor que afecta en los días de brotación, debido a que los esquejes colocados superficialmente no se adaptaron inmediatamente, ya que en la superficie del sustrato existe mayor variación de humedad y temperatura.

Por último es posible que exista la acción de las sustancias promotoras de crecimiento, que tendrían los mencionados enraizadores naturales, donde el “agua” de coco contenga mayor cantidad de inductores de crecimiento, lo que aceleró el proceso de brotación, en comparación con los demás tratamientos, como ocurrió en la variedad Oso Grande.

Al respecto Rodríguez y Hechevarría (2004), señalan que el desarrollo de las plantas, tanto en el aspecto del crecimiento como en la diferenciación se encuentra controlado por la acción de sustancias reguladoras del crecimiento, que son compuestos orgánicos sintetizados por las plantas (hormonas) Además, una variedad de preparaciones de composiciones indefinidas han enriquecido muchos medios de cultivos al poseer efectos

estimulantes del crecimiento, tales como, el endospermo de coco, extracto de malta y extracto de levadura han sido generalmente los más utilizados.

5.2.2 Porcentaje de Prendimiento

Se contabilizó sobre el total de plantas en cada tratamiento, a los 20 días, después de la siembra de esquejes.

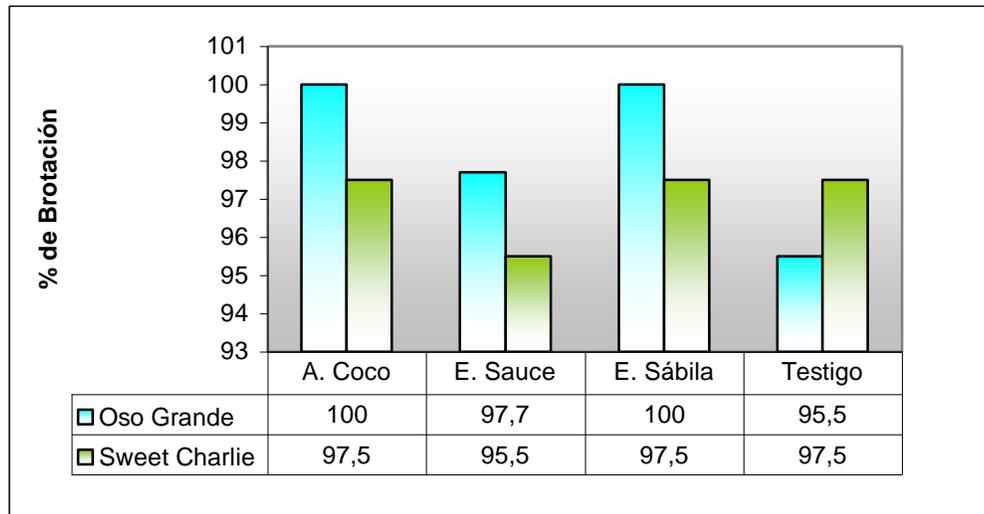


Figura 5. Porcentaje de prendimiento

Como se observa en la figura 5, El porcentaje de prendimiento con la aplicación de “agua” de coco fue de 100% en ambas variedades, con la aplicación de extracto de sauce se tuvo 97.7% en la variedad Oso Grande y 95.5% en la variedad Sweet Charlie, con la aplicación de extracto de sábila se tuvo 100% en la variedad Oso Grande y 97.5% en la variedad Sweet Charlie, en cambio sin la aplicación de enraizador, se tuvo 95.5% en la variedad Oso Grande y 97.5% en la variedad Sweet Charlie.

Al igual que en la variable días a la brotación, la diferencia entre los porcentajes de prendimiento, podría deberse a los mismos factores; inicialmente al estado fisiológico de la planta madre de los esquejes obtenidos, ya que existían esquejes con tejidos epidérmicos lignificados, semi lignificados y no lignificados (tiernos), por otro lado el efecto de la temperatura al inicio del trabajo, donde en los esquejes lignificados, tuvieron mayor resistencia a las temperaturas bajas que se registraron en esos días, y los no lignificados no tuvieron resistencia a las bajas temperaturas.

La profundidad de siembra de esquejes podría ser otro factor que afecta en el porcentaje de prendimiento, ya que los esquejes colocados superficialmente fueron afectados con quemaduras a causa de las bajas temperaturas, que se presentaron en la primera semana de trabajo. También el diámetro de corona podría afectar al porcentaje de prendimiento, ya que los diámetros mayores tienen mayor acumulación de nutrientes, por lo que tendrían mayor facilidad de prendimiento y resistencia a cambios edáficos, climáticos y fisiológicos.

El efecto de las hormonas reguladoras, también podría ser otro factor importante, en el prendimiento de plantines, por un lado las auxinas promueven el crecimiento y diferenciación celular y las citocininas inducen a la formación de brotes como menciona Azcon - Bieto (1993).

5.2.3 Altura de Planta (Velocidad de Crecimiento)

Esta variable fue evaluada cada cinco días, desde la siembra de los esquejes hasta el día de trasplante a lugar definitivo; en las figuras 6 y 7 se observa el desarrollo de la altura de planta de las variedades Oso Grande y Sweet Charlie, respectivamente; se hizo el ajuste de curvas, por regresión lineal, para cada tratamiento, ver anexo 3, además se realizó el análisis de varianza en cada fecha que se registró los datos, ver anexo 4.

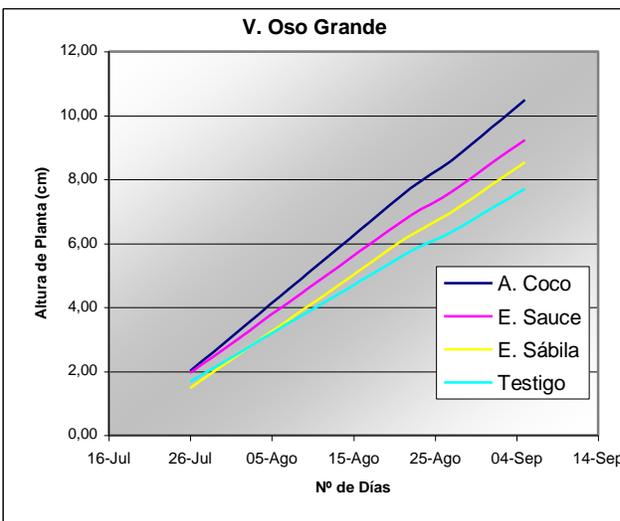


Figura 6. Desarrollo de la altura de la planta en la variedad Oso Grande

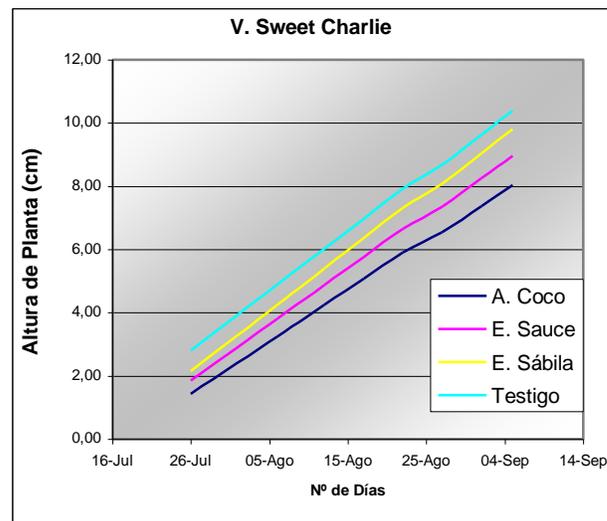


Figura 7. Desarrollo de la altura de la planta en la variedad Sweet Charlie

Estadísticamente, entre las variedades, no se encontró diferencias en las primeras dos semanas, donde tuvieron un similar desarrollo; a partir de la tercera semana si se observa diferencias significativas de crecimiento de altura de planta hasta la última medición realizada.

Con respecto a los enraizadores, en la primera medición realizada no se encontró diferencias entre los tratamientos, en la segunda fecha de medición ya se encontró diferencias significativas, a partir de la tercera fecha de medición hasta la última fecha, las diferencias fueron altamente significativas.

Por último, en la interacción entre los dos factores en estudio, variedad y enraizador natural, no se encontró diferencias hasta la última fecha de medición.

Debido a las bajas temperaturas que se presentaron en las dos primeras semanas, es posible que haya provocado un letargo en la acción de los promotores de crecimiento presentes en los tratamientos con “agua” de coco, extracto de sauce y sábila, los cuales tardaron dos semanas para poder diferenciarse. A partir de la tercera semana se observa las primeras diferenciaciones, donde el tratamiento con “agua” de coco desarrolló mayor altura de planta, posiblemente porque contenga mayor contenido de sustancias promotoras de crecimiento en comparación a los tratamientos con extracto de sábila y sauce, que podrían presentar menor cantidad de sustancias promotoras de crecimiento.

Al respecto Parrotta (1993), menciona que el “agua” de coco es rica en sustancias (hormonas) inductoras del crecimiento en las plantas y fue usada extensamente en las investigaciones de cultivo histológicos.

Rodríguez y Hechevarría (2004), en un estudio de estimulantes de crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales encontraron que el extracto de gel de *A. vera* tiene el mejor comportamiento, particularmente con relación a la formación de raíces, superando incluso a los reguladores usados tradicionalmente como control, lo que demuestra la posible presencia de actividad auxínica en el mismo. El extracto de *S. humboldtiana* tuvo también un comportamiento satisfactorio en este aspecto, sin embargo,

ambos extractos no mostraron indicios de contar con una importante actividad citoquinínica.

En el cuadro 2, se muestra el desarrollo de la velocidad de crecimiento hasta la séptima semana de la variedad Oso Grande: el tratamiento con la aplicación de “agua” de coco comienza a tener un mayor desarrollo con respecto a los demás tratamientos, con un promedio de velocidad de crecimiento de 1.15 centímetros por semana, con una velocidad máximas de 1.6 centímetros por semana en la tercera semana, posteriormente disminuye su velocidad a 1 centímetro por semana en promedio hasta la finalización del trabajo.

Cuadro 2. Velocidad de crecimiento de la variedad Oso Grande por tratamiento

Tratamiento	Altura de plantin			Velocidad de Crecimiento (cm/semana)
	Inicial	Final	Variación	
A. Coco	2,7	10,7	8,0	1,15
E. Sauce	2,8	10,0	7,1	1,02
E. Sábila	2,3	9,2	6,9	0,99
Testigo	2,6	8,3	5,7	0,81

Luego le sigue el tratamiento con extracto de sauce, con una velocidad de crecimiento promedio de 1.02 centímetros por semana, donde tuvo una velocidad máxima en la tercera semana con 1.3 centímetros por semana, luego disminuyó hasta llegar a un promedio de 0.98 centímetros por semana de velocidad de crecimiento; de igual manera el tratamiento con extracto de sábila con una velocidad de crecimiento promedio de 0.99 centímetros por semana, y obtuvo en la tercera semana el mayor crecimiento con 0.19 centímetros por semana, luego disminuyo a un promedio de 0.98 centímetros por semana. Por último el de menor promedio de velocidad de crecimiento, el testigo (sin aplicación de enraizador) con 0.81 centímetros por semana, que se mantuvo hasta la finalización del presente trabajo.

En la variedad Sweet Charlie aproximadamente a los 20 días, el tratamiento con la aplicación de “agua” de coco empieza a tener un mayor desarrollo con respecto a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos con extracto de sauce y sábila, ambos con similar desarrollo y superior al testigo. Posiblemente la diferenciación celular fue afectada por la elevación de la temperatura y el efecto de los reguladores de crecimiento presente en los enraizadores naturales en estudio, que se observa los efectos a la tercera semana.

Al igual que en la variedad Oso Grande, posterior a la tercera semana se mantiene el desarrollo de los plantines, con velocidades de crecimiento de forma similar, donde probablemente terminó el efecto de los promotores de crecimiento presente en los enraizadores naturales aplicados, requiriendo tal vez de una nueva aplicación.

Con respecto a la velocidad de crecimiento, en producción de plantines de frutilla a partir de esquejes, no se encontraron datos con los cuales se podría comparar.

En el cuadro 3, se muestra el desarrollo de la velocidad de crecimiento de la variedad Sweet Charlie, hasta la séptima semana donde: el tratamiento con la aplicación de “agua” de coco tiene un promedio de velocidad de crecimiento de 1.05 centímetros por semana, teniendo las mayores velocidades de crecimiento en la primera y segunda semana con 1.6 y 1.4 centímetros por semana.

Los tratamiento con extracto de sauce y sábila, obtienen promedios similares de velocidad de crecimiento de altura de planta de 1.04 centímetros por semana, en ambos; con la diferencia de que el extracto de sauce tiene una mayor velocidad en la segunda semana y el extracto de sábila en la tercera semana. Posteriormente disminuyen su velocidad hasta la finalización del presente trabajo.

Por último con la menor velocidad de crecimiento de altura de planta, el testigo (sin aplicación de enraizador), con promedio de 0.39 centímetros por semana.

Cuadro 3. Velocidad de crecimiento de la variedad Sweet Charlie por tratamiento

Tratamiento	Altura de plantin			Velocidad de Crecimiento (cm/semana)
	Inicial	Final	Variación	
A. Coco	3,0	10,4	7,3	1,05
E. Sauce	2,7	10,0	7,3	1,04
E. Sábila	2,9	10,2	7,3	1,04
Testigo	2,4	8,6	6,2	0,89

En la variedad Sweet Charlie, siguiendo la tendencia de la variedad Oso Grande, también fueron afectadas en las primeras dos semanas por las bajas temperaturas, donde no hubo diferenciación de los tratamientos con respecto a la variable altura de planta y tuvieron

crecimiento bajo. Igualmente a partir de la tercera semana se presenta una leve superioridad de los tratamientos con enraizadores frente al testigo.

Para un mejor análisis de los datos a continuación se tienen los resultados de la última fecha de medición.

De acuerdo al análisis de varianza realizado al finalizar el experimento, en el cuadro se observa que estadísticamente no existen diferencias entre las dos variedades de estudio, en cambio, se ve claramente que si existen diferencias altamente significativas entre los enraizadores naturales aplicados.

Por otro lado no existen diferencias significativas en la interacción de ambos factores en estudio, variedades y enraizadores naturales. El coeficiente de variación obtenido en el análisis fue de 6.59% que nos indica que la información obtenida es confiable.

Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5% - 1%)	Sig
Variedad	1	1,796	1,796	4,846	4,085 - 7,31	*
Enraizador	3	26,887	8,962	24,189	2,84 - 4,315	**
Var x Enraizador	3	1,844	0,615	1,659	2,84 - 4,316	ns
Error	24	8,892	0,371			
Total	31	39,420	1,272			

CV 6,59 %

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

Cuadro 5. Prueba de Tuckey de altura de planta entre enraizadores

Enraizadores	Sig (5%)	Promedios de altura de planta (cm)
"Agua" de coco	a	10,437
Extracto de sauce	b	9,455
Extracto de sábila	b	9,164
Testigo	c	7,870

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

Cuadro 6. Prueba de Tuckey de altura de planta entre variedades

Variedades	Sig (5%)	Promedios de altura de planta (cm)
a ₁ = Sweet Charlie	a	9.471
a ₂ = Oso Grande	b	8.99

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

En el cuadro 5 se muestra las diferencias entre los enraizadores aplicados, para la variable de estudio altura de planta, El tratamiento con “agua” de coco, con 10.437cm, es superior a todos los tratamientos. Los tratamientos con extractos de sábila y sauce, con 9.164cm 9.455cm respectivamente, estadísticamente se comportan de manera similar y son superiores al testigo que alcanzó un crecimiento en altura de planta de 7.870cm.

En el cuadro 6, realizando la discriminación de medias por el método de la prueba de Tuckey con nivel de significancia al 5%, se observa que estadísticamente la variedad Sweet Charlie es superior a la variedad Oso Grande con 9.47cm y 8.99cm respectivamente.

De acuerdo a los resultados encontrados en la variable altura de planta, existe una clara diferencia de los tratamientos con enraizadores naturales frente al testigo, del que podríamos asumir que el “agua” de coco, el extracto de sauce y el extracto de sábila contienen sustancias promotoras de crecimiento de planta, posiblemente la presencia de hormonas como: las auxinas, las giberelinas y las citocininas, las cuales promueven la elongación celular de las plantas.

Durante las dos primeras semanas es posible que se haya inducido a la formación de las auxinas en la hoja, con la que se realizó la siembra de los esquejes, posteriormente recién fue transportada hacia la raíz, para provocar un mayor desarrollo de la planta. Esta explicación se apoya en lo mencionado por Lira (1994), quien señala que las auxinas influyen en el crecimiento de órganos vegetales estimulando la elongación de ciertas células. El ácido indolacético, la auxina más común, se suele formar cerca de los brotes nuevos, en la parte superior de la planta, y fluye hacia abajo para estimular el alargamiento de las hojas recién formadas, además es precursor de otros elementos.

Azcon-Bieto (1993), mencionan que las giberelinas, incrementan el crecimiento en los tallos e inducen la brotación de yemas; las citocininas estimulan la división celular y el crecimiento, inhiben el desarrollo de raíces laterales, rompen la latencia de las yemas auxiliares y la auxina que promueve el crecimiento y diferenciación celular, y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta

Con respecto a otros trabajos similares, Mamani (2005), en micropropagación de la frutilla in vitro, en medios de cultivo e inductores de crecimiento obtuvo en 42 días alturas de planta de 12.87cm en la variedad Oso Grande y 9.08cm en la variedad Sweet Charlie, pero tenían menor área foliar y mayor elongación del peciolo, comparativamente al presente trabajo.

En el cuadro 7 y el gráfico 8, se muestra los promedios de altura de planta con respecto a los enraizadores naturales aplicados, en las dos variedades de estudio.

Cuadro 7. Promedios de altura de planta entre variedades y enraizadores naturales

VARIETADES	ENRAIZADORES NATURALES				Promedio Variedad
	b1=Agua de Coco	b2=Extracto de Sauce	b3=Extracto de Sábila	b4=Testigo	
a1 = Oso Grande	10,5	9,2	8,5	7,7	9,0
a2 = Sweet Charlie	10,4	9,7	9,8	8,0	9,5
Promedio Enraizadores	10,4	9,5	9,2	7,9	9,2

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo

Se observan diferencias numéricas entre los promedios de los tratamientos, el mayor promedio de altura de planta se presentó con el enraizador natural “agua” de coco (b₁) en ambas variedades, donde a₁ Sweet Charlie, presentó 10.5cm de altura y a₂ Oso Grande, presentó 10.4cm de altura; con el extracto de sauce (b₂), a₁ presentó 9.2cm de altura y a₂ presentó 9.7cm de altura, con el extracto de sábila (b₃) la variedad Sweet Charlie (a₂) se comportó superior a la variedad Oso Grande (a₁), con 8.5cm y 9.8cm respectivamente; por último el testigo (b₄) tuvo un crecimiento de 8cm en la variedad Sweet Charlie (a₂) y 7.7 en la variedad Oso Grande (a₁).

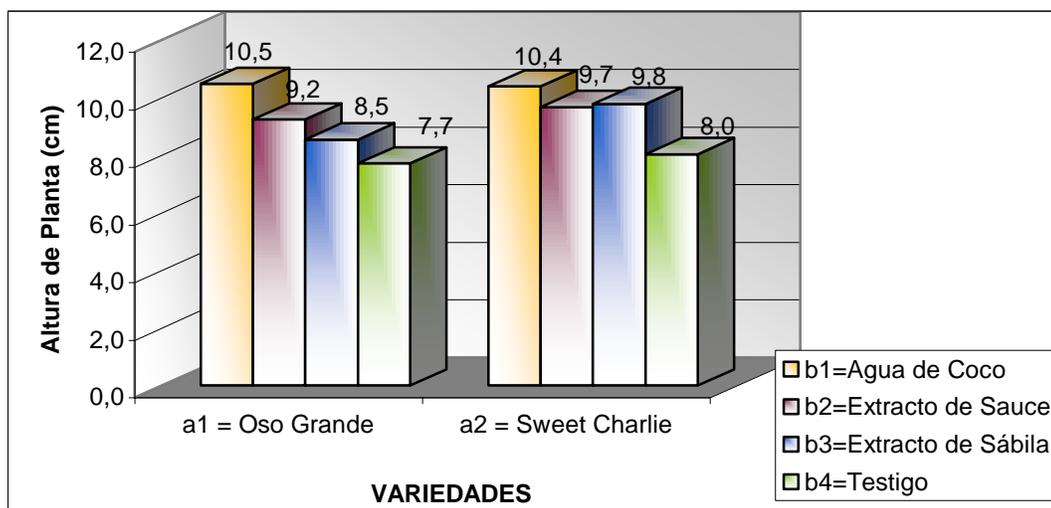


Figura 8. Comparación de promedios de altura de planta

5.2.4 Número de Hojas del Brote Principal

Esta variable fue evaluada simultáneamente con la altura de planta, cada cinco días; luego de realizar el ajuste de curvas, ver anexo 3, mediante regresión lineal, se observa el desarrollo del número de hojas de las variedades Oso Grande y Sweet Charlie, en las figuras 9 y 10, respectivamente, durante todo el experimento; en la primera semana, tienen un desarrollo similar en todos los tratamientos, en ambas variedades; realizando el análisis de varianza en cada fecha que se registró los datos, ver anexo 5, a partir de la segunda semana se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

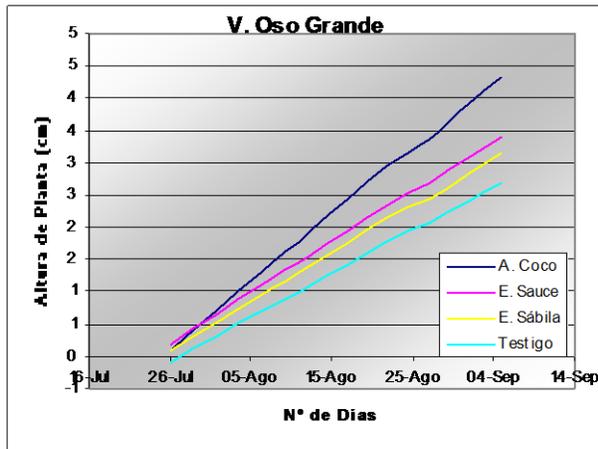


Figura 9. Desarrollo del número de hojas en la variedad Oso Grande.

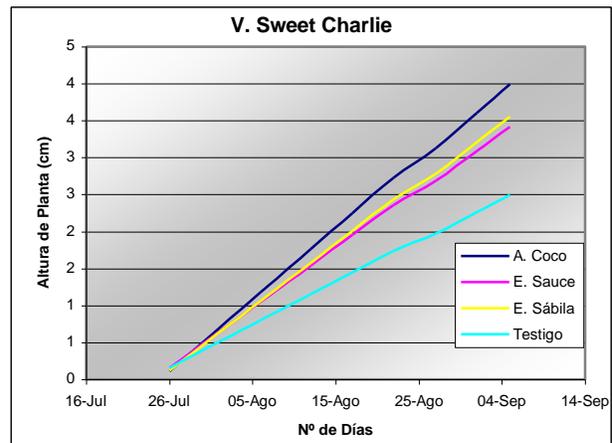


Figura 10. Desarrollo del número de hojas en la variedad Sweet Charlie.

Al igual que en la variable altura de planta, existe una diferenciación clara a partir de la tercera semana, hasta la segunda semana tienen similar formación de número de hojas, en ambas variedades; donde nuevamente el tratamiento con la aplicación de “agua” de coco es superior con respecto a los tratamientos con extracto de sauce y sábila, y estos a su vez superior al testigo.

Como ya se mencionó anteriormente, el efecto de las temperaturas bajas y el de los promotores de crecimiento presentes en los enraizadores naturales aplicados se asimiló en las dos primeras semanas, logrando las diferenciaciones entre los tratamientos, posteriormente mantuvieron su desarrollo de forma constante.

El cuadro 8, muestra el número de días que tardan para formar hojas, en cada tratamiento de la variedad Oso Grande, donde: todos los tratamientos tardaron 12 días en formar 1

hoja; para formar 2 hojas, los tratamientos con “agua” de coco y extracto de sauce tardaron 18 días, en cambio el tratamiento con extracto de sábila y el testigo tardaron 23 días.

Para formar 3 hojas, con la aplicación de “agua” de coco tardó 23 días, con la aplicación de extracto de sauce 28 días, con la aplicación de extracto de sábila al igual que el testigo 37 días; para formar 4 hojas se tardó 37 días con la aplicación de “agua” de coco, 41 días con la aplicación de extracto de sauce, y mayor a 41 días con la aplicación de extracto de sábila y sin tratamiento. Por último, a los 41 días con la aplicación de “agua” de coco logró generar 5 hojas.

Cuadro 8. Número de días para formar hojas en la variedad Oso Grande

Tratamiento	Nº de días para formar hojas			
	1 hoja	2 hojas	3 hojas	4 hojas
A. Coco	12	18	23	37
E. Sauce	12	18	28	41
E. Sábila	12	23	37	>41
Testigo	12	23	37	>41

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 9, se muestra el número de días que tardaron para formar hojas de la variedad Sweet Charlie, donde: para la formación de una hoja se tardó 12 días en todos los tratamientos; para la formación de 2 hojas se tardó 18 días con la aplicación de los enraizadores, en cambio sin la aplicación de enraizador (testigo) tardó 28 días.

Para la formación de 3 hojas los tratamientos de “agua” de coco y extracto de sábila tardaron 28 días, 32 días con el tratamiento de extracto de sauce y 41 días el testigo; para formar 4 hojas tardó 37 días con el tratamiento de “agua” de coco, 41 días con los extractos de sauce y sábila, mas de 41 días con el testigo.

Cuadro 9. Número de días para formar hojas en la variedad Sweet Charlie

Tratamiento	Nº de días para formar hojas			
	1 hoja	2 hojas	3 hojas	4 hojas
A. Coco	12	18	28	37
E. Sauce	12	18	32	41
E. Sábila	12	18	28	41
Testigo	12	28	41	>41

Fuente: Elaboración propia

Al igual que la variable altura de planta, las hormonas reguladoras de crecimiento presentes en los enraizadores naturales tienen efecto sobre el número de hojas principalmente la citocinina, que se encarga de promover la formación de nuevas yemas del tallo como son las hojas. Se debe mencionar que las diferentes hormonas van relacionadas, como lo es la auxina de la citocinina, ya que a mayor concentración de citocinina existe menor crecimiento longitudinal y mayor incremento de yemas ya sea este lateral o floral como lo menciona Lira (1994).

Al respecto Mamani (2005), encontró la formación de 2 hojas por brote a los 24 días, además a los 42 días la variedad Oso Grande formó 4 hojas, y en la variedad Sweet Charlie formó 6 hojas, en propagación in vitro de frutilla.

El análisis de varianza para la variable número de hojas del brote principal, realizado en la última fecha de medición, se muestra en el cuadro 10. Donde se observa que estadísticamente no existen diferencias entre las dos variedades de estudio, en cambio si existen diferencias altamente significativas entre los enraizadores naturales aplicados.

Por otro lado no existen diferencias significativas en la interacción de ambos factores en estudio, variedades y enraizadores naturales. El coeficiente de variación obtenido en el análisis fue de 11.97% que nos indica que la información de datos es confiable.

Cuadro 10. Análisis de varianza del promedio de número de hojas del brote principal

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5% - 1%)	Sig
Variedad	1	0,002	0,002	0,012	4,085 - 7,31	ns
Enraizador	3	9,972	3,324	20,409	2,84 - 4,315	**
Var x Enraizador	3	0,649	0,216	1,328	2,84 - 4,316	ns
Error	24	3,909	0,163			
Total	31	14,531	0,469			

CV 11,97 %

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 11 se muestra las diferencias de medias entre los enraizadores, para la variable de estudio número de hojas, realizando la discriminación de medias por el método de la prueba de Tuckey con nivel de significancia al 5%. El tratamiento con “agua” de coco (b_1), es superior con 4.1 hojas frente a los otros tratamientos, respecto a los tratamientos

con extracto de sábila (b_3) y sauce (b_2), que formaron ambos 3 hojas tienen un comportamiento similar pero superior con respecto al testigo (b_4), que desarrolló 2.6 hojas.

Cuadro 11. Prueba de Tuckey de número de hojas

Enraizadores	Sig (5%)	Promedios de número de hojas		
“agua” de coco	a	4,1		
Extracto de sauce	b		3,4	
Extracto de sábila	b		3,3	
Testigo	c			2,6

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

En la figura 11, se muestra los datos de promedios de número de hojas por cada tratamiento, donde se observa diferencias numéricas entre los promedios de los tratamientos. En la variedad Oso Grande (a_1): el mayor número de hojas se presentó con la aplicación de “agua” de coco (b_1) con 5 hojas, en cambio la variedad Sweet Charlie (a_2) desarrolló 4 hojas, seguido del extracto de sauce (b_2) con 3.4 hojas, en las dos variedades en estudio; con 4 hojas el tratamiento con extracto de sábila (b_3) en la variedad Sweet Charlie (a_2) y 3 hojas en la variedad Oso Grande; por último el testigo (b_4) desarrolló 3 hojas en la variedad Oso Grande (a_1) y Sweet Charlie (a_2).

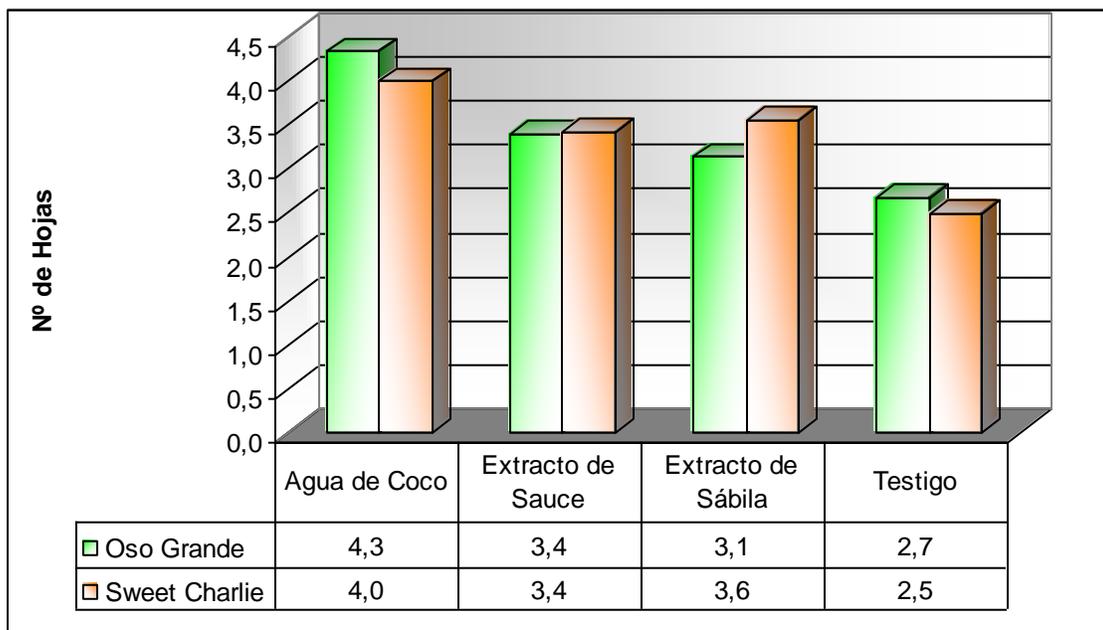


Figura 11. Comparación de promedios de número de hojas.

La figura 11 muestra claramente el promedio de ambas variedades, que la aplicación con “agua” de coco desarrolló mayor número de hojas con respecto a los demás tratamientos, en cambio el testigo es el que menor número de hojas desarrolló. En cuanto a los tratamientos con extracto de sauce y sábila presentan similar desarrollo del número de hojas.

5.2.5 Longitud de Raíz

En el cuadro 12, se muestra los promedios de longitud de raíz desnuda de cada tratamiento en estudio, donde numéricamente se tuvo: una mayor longitud con la aplicación de “agua” de coco en ambas variedades, la variedad Sweet Charlie con 23.9cm fue superior a Oso Grande con 22.7cm; en segundo lugar se observa el tratamiento con extracto de sábila, con superioridad de la variedad Oso Grande sobre Sweet Charlie con 21.5cm y 19.4cm respectivamente.

Cuadro 12. Promedios de longitud de raíz

VARIEDADES	ENRAIZADORES NATURALES			
	b ₁ =A. Coco	b ₂ =E. Sauce	b ₃ =E. Sábila	b ₄ =Testigo
a ₁ =Oso Grande	22,7cm	20,3 cm	21,5 cm	16,8 cm
a ₂ =Sweet Charlie	23,9 cm	18,3 cm	19,4 cm	16,4 cm

Fuente: Elaboración propia

En tercer lugar se observa al tratamiento con extracto de sauce, mostrándose superior la variedad Oso Grande sobre la variedad Sweet Charlie con 20.3cm y 18.3cm respectivamente; el testigo mostró menor crecimiento de longitud de raíz con respecto a los tratamientos con enraizadores, con una leve superioridad de la variedad Oso Grande sobre Sweet Charlie con 16.8cm y 16.4cm respectivamente.

Al respecto Mamani (2005), observó que la longitud de raíz desarrolló 15.9cm en la variedad Oso Grande y 18.9cm en la variedad Sweet Charlie, en medios de cultivo in vitro.

En la figura 12 se observa el promedio de las dos variedades de longitud de raíz por cada tratamiento. El tratamiento con “agua” de coco desarrolló mayor longitud de raíz con 23.3cm, seguido del extracto de sábila con 20.4cm, luego del extracto de sauce con 19.3cm, por último el testigo con menor desarrollo de la longitud de raíz 16.5cm.

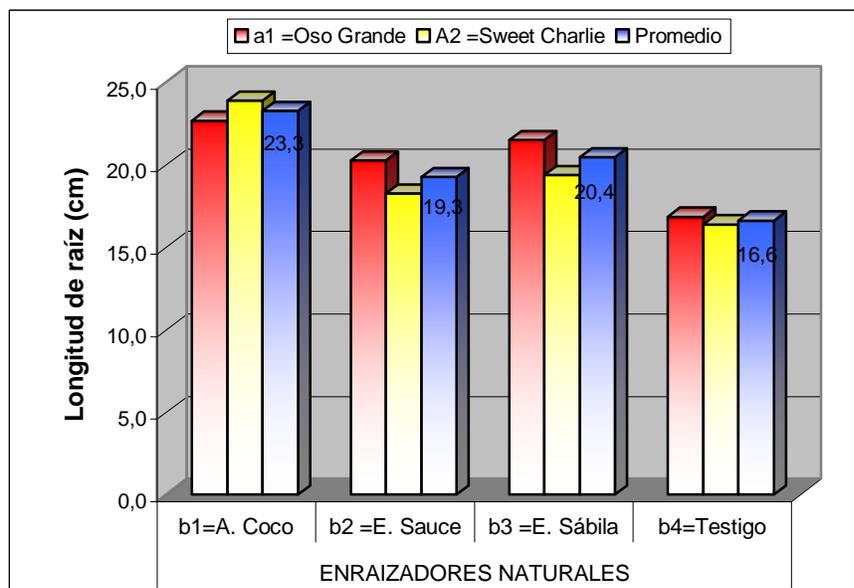


Figura 12. Comparación de promedios de longitud de raíz.

Para la formación de raíces también se asume la presencia de promotores de crecimiento de raíz, presentes en los enraizadores naturales aplicados, tales como la auxina que regulan el desarrollo vegetal y afecta al crecimiento las raíces; las citocininas, que promueven la organogénesis en los callos celulares, estimulan la división celular y el crecimiento además inhiben el desarrollo de raíces laterales, como lo señalado por Azcon - Bieto (1993). La manera en que las auxinas hacen crecer a la planta es por medio del aumento del volumen celular provocado por absorción de agua.

Según Hurtado y Merino (1997) mencionado por Mamani (2005), las citocininas promueven la división celular, para que ocurra dicho proceso depende de una cadena de hechos (síntesis de ADN, mitosis y citocinesis), en los cuales la presencia de la citocinina, es necesaria para la mitosis. Al mismo tiempo afirman que si la citocinina esta presente en concentraciones elevadas puede volverse limitante por lo menos de uno de los 3 pasos necesarios para la división celular.

Realizando el análisis de varianza para la variable longitud de raíz, que se observa en el cuadro 13, estadísticamente no existen diferencias entre las dos variedades de estudio, en cambio si existen diferencias altamente significativas entre los enraizadores naturales aplicados.

Cuadro 13. Análisis de varianza de longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig
Variedades	1	13,13	13,13	1,83315	ns
Enraizadores	3	151,90	50,63	7,06761	**
Var x Enraizador	3	13,90	4,63	0,64667	ns
Error	24	171,94	7,16		
Total	31	350,87	11,32		

CV 13,31 %

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado nos muestra que no existen diferencias significativas en la interacción de variedades y enraizadores naturales. El coeficiente de variación obtenido en el análisis fue de 13.31% que nos indica que la información de datos es confiable.

El cuadro 14 muestra las diferencias entre los enraizadores aplicados, para la variable de estudio longitud de raíz, realizando la discriminación de medias por el método de la prueba de Tuckey con nivel de significancia al 5%. Se observa que con el tratamiento de “agua” de coco se llega obtener mayor desarrollo de longitud de raíz, 23.4cm, con respecto al tratamiento con extracto de sábila y al testigo, comportándose estadísticamente de manera similar frente al tratamiento con extracto de sauce. Por otro lado, el testigo con 17.4cm y el tratamiento con extracto de sábila con 19.2cm se comportan de manera similar, estadísticamente, aunque numéricamente sea superior el tratamiento con extracto de sábila, con respecto a la variable longitud de raíz.

Aunque numéricamente se comporte superior el tratamiento con de “agua” de coco sobre el tratamiento con extracto de sauce, 23.37cm y 20.44cm, respectivamente, estadísticamente son similares, respecto a la variable longitud de raíz, conviene realizar un análisis económico.

Cuadro 14. Prueba de Tuckey de longitud de raíz

Enraizadores	Sig (5%)	Promedios de longitud de raíz (cm)
“Agua” de coco	a	23,375
Extracto de sauce	ab	20,438
Extracto de sábila	b	19,250
Testigo	b	17,375

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

La presencia de promotores de crecimiento en los enraizadores naturales aplicados, ha generado las diferencias encontradas en los resultados, donde el “agua” de coco

posiblemente tenga mayor efecto en promover alargamiento de la raíz o que éste tenga mayor concentración de alguna determinada hormona de crecimiento, con respecto a los extractos de sauce y sábila que se comportaron de forma similar.

Skoog y Miller mencionado por Lagoutte (2009), propusieron que la formación de órganos en las plantas se debe al balance existente entre las citocininas y las auxinas. Usando cultivos de tabaco, demostraron que un balance alto de auxinas favorecía la formación de raíces mientras que un balance alto de citocininas favorecía la formación de tallos y la inhibición de formación de raíces laterales, por lo que pudo producirse mayor desarrollo longitudinal de la raíz.

Se pudo observar que todas las raíces son adventicias y que surgieron en gran cantidad, haciéndose dificultoso su cuantificación, la raíz de mayor longitud, también adventicia, surgió de la parte central de la raíz, mostrándose vigorosos en las muestras analizadas.

5.2.6 Volumen Radicular

El análisis de los resultados obtenidos para la variable volumen radicular se detalla a continuación:

Cuadro 15. Promedios de volumen radicular

VARIETADES	ENRAIZADORES NATURALES			
	b ₁ =A. Coco	b ₂ =E. Sauce	b ₃ =E. Sábila	b ₄ =Testigo
a ₁ =Oso Grande	9,0 cm ³	8,8 cm ³	8,1 cm ³	6,5 cm ³
a ₂ =Sweet Charlie	8,6 cm ³	7,6 cm ³	6,6 cm ³	6,3 cm ³
Promedio	8,8 cm ³	8,2 cm ³	7,4 cm ³	6,4 cm ³

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 15 se muestra los promedios obtenidos en cada tratamiento. Numéricamente se observa que la variedad Oso Grande (a₁) fue superior a la variedad Sweet Charlie (a₂) en todos los tratamientos.

Se asume que actúan diferentes factores para las diferencias encontradas en el volumen radicular, primeramente, para la diferencia entre variedades se debería a propiedades genotípicas y fenotípicas de cada variedad, como los señalan García y Noa (1998) citado por Mamani (2005). también pudo estar influenciado por el estado inicial de plantación de esquejes, como el diámetro de corona y también influenció el desarrollo de foliar, los

cuales pudieron producir mayor cantidad de biomasa que puso almacenar en el sistema radicular.

El tratamiento con “agua” de coco (b_1) desarrollo mayor volumen radicular, en a_1 obtuvo 9.0cm^3 y en a_2 8.6cm^3 ; El tratamiento con extracto de sauce (b_2) desarrolló 8.8cm^3 en a_1 y 7.6cm^3 en a_2 ; el tratamiento con extracto de sábila (b_3) desarrolló 8.1cm^3 para a_1 y 6.6cm^3 para a_2 ; por último el testigo (b_4), tuvo el menor desarrollo radicular frente a los tratamientos con enraizadores, donde a_1 desarrollo 6.5cm^3 y a_2 6.3cm^3 .

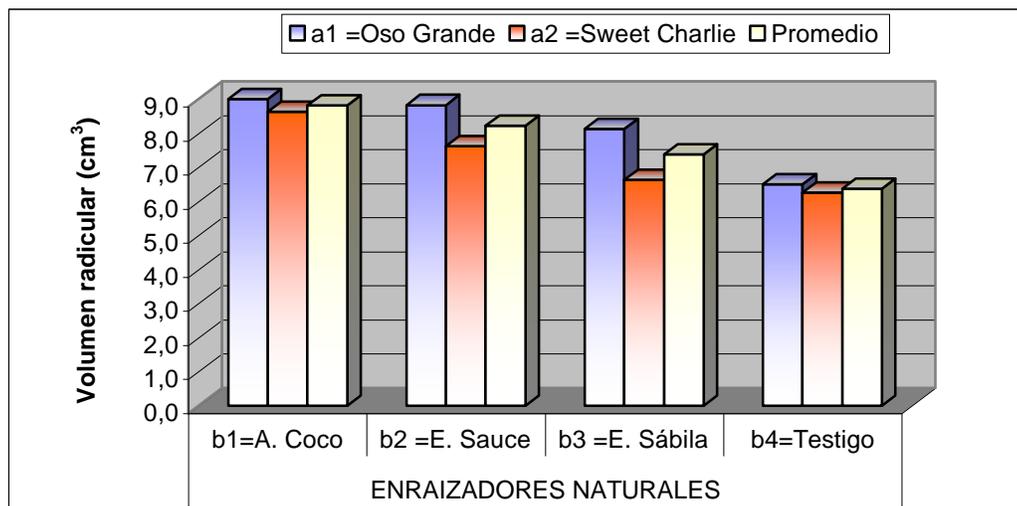


Figura 13. Comparación de promedios de volumen radicular.

En la figura 13, se muestra también el promedio de las dos variedades por cada tratamiento, donde se observa que el tratamiento con “agua” de coco fue superior a los demás tratamientos desarrollando 8.8cm^3 , seguido del tratamiento con extracto de sauce con 8.2cm^3 , en tercer lugar se observa al tratamiento con extracto de sábila que desarrolló 7.4cm^3 y por último encontramos al testigo con 6.4cm^3 .

En el análisis estadístico realizado, como se muestra en el cuadro 16, se observa que si existe diferencias altamente significativas entre las variedades; así también existe diferencias altamente significativas entre la aplicación de enraizadores naturales. Por otro lado no existen diferencias en la interacción de las variedades con los enraizadores. El coeficiente de variación obtenido es de 10.4%, el cual da confianza de los datos obtenidos.

Cuadro 16. Análisis de varianza de volumen radicular

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig
Variedades	1	7,03	7,03	10,8277	**
Enraizadores	3	23,67	7,89	12,1514	**
Var x Enraizador	3	1,49	0,50	0,76548	ns
Error	24	15,59	0,65		
Total	31	47,78	1,54		

CV 10,40 %

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 17 se muestra el resultado de la prueba de Tuckey, para la variable volumen radicular con respecto al factor variedad, observándose que estadísticamente la variedad Oso Grande es superior con 8.1cm^3 , a la variedad Sweet Charlie con 7.3cm^3 .

Cuadro 17. Prueba de Tuckey de volumen radicular entre variedades

Variedades	Sig (5%)	Promedios de volumen radicular (cm^3)		
a ₁ =Oso Grande	a	8,1		
a ₂ =Sweet Charlie	b			7,3

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

En el cuadro 18, se muestra los resultados de la prueba de Tuckey, del factor enraizador para la variable volumen radicular, donde estadísticamente el tratamiento con “agua” de coco, con 8.84cm^3 , es superior al tratamiento con extracto de sábila con 7.38cm^3 y al testigo con 6.56cm^3 . Así mismo el tratamiento con extracto de sauce con 8.22cm^3 tuvo un comportamiento superior al testigo.

Claramente se observa que estadísticamente el testigo es el obtuvo el menor desarrollo con respecto al volumen radicular llegando 6.56cm^3 .

Cuadro 18. Prueba de Tuckey de volumen radicular entre enraizadores

Enraizadores	Sig (5%)	Promedios de volumen radicular (cm^3)		
“Agua” de coco	a	8,84		
Extracto de sauce	ab	8,22	8,22	
Extracto de sábila	bc		7,38	7,38
Testigo	c			6,56

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

Si bien no existe una definición exacta de planta de calidad, ya que la misma involucra la subjetividad del observador, se pueden señalar ciertos parámetros cuantitativos, además de los estéticos (cualitativos).

Se considera al volumen radicular muy importante, ya que a mayor volumen tiene mayor almacén de nutrientes, con la posibilidad de que tenga mayor número de raíces que realizarían mayor absorción de nutrientes para la planta. Por otro lado Leis (1996) mencionado por Aprea et al. (2002) menciona, además la presencia de sustancias de reserva a nivel de aparato radicular y corona del plantín permite tener un desarrollo equilibrado durante la fase crítica de la plantación.

Aprea (2002), señala que el 62 % de las sustancias de reservas se acumula en el sistema radicular del plantín, las cuales se reducen a medida que transcurre el tiempo desde la plantación, llegando a una enérgica reducción en los dos meses siguientes, esto influye en la producción total de fruta por planta, la cual resulta correlacionada positivamente con el número de raíces y el peso del sistema radicular presente en un determinado cultivar. El mismo autor determinó que el peso conveniente de los plantines es de 10 gramos por unidad, y que el uso de plantines de escaso desarrollo y tamaño juega un rol negativo en el futuro desarrollo del cultivo.

Las variables cuantitativas, aunque no estén estandarizados, son perceptibles por el consumidor y/o productor y se relacionan positivamente con un producto superior: número y tamaño de las ramificaciones, adecuada relación tallo/raíz, turgencia e intensidad del color en hojas y flores, forma y compacidad de la planta (entendiéndose como tal la relación armónica y específica entre altura y diámetro de planta) (Divo de Sesar, 2002 mencionado por Aprea et al. 2002).

5.2.7 Índice de Área Foliar

Para el análisis de esta variable, inicialmente se obtuvo datos del área foliar, el cual se describe a continuación los resultados:

En el cuadro 19 se presenta el análisis de varianza del área foliar, observándose que estadísticamente no existe diferencias entre las variedades, ni tampoco en la interacción de los factores variedad y enraizador natural. Por otro lado si existe diferencias altamente significativas entre los enraizadores. El coeficiente de variación es de 16.76% lo cual nos da confiabilidad de los datos.

Cuadro 19. Análisis de varianza de área foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig
Variedades	1	0,29	0,29	0,0116	ns
Enraizadores	3	600,86	200,29	8,1765	**
Var x Enraizador	3	23,15	7,72	0,3150	ns
Error	24	587,89	24,50		
Total	31	1212,18	39,10		

CV 16,76 %

Fuente: Elaboración Propia

La diferencia de área foliar, entre los tratamiento de enraizadores naturales aplicados, se hace el análisis con la prueba de Tuckey, que se muestra en el cuadro 20. Donde estadísticamente el tratamiento con “agua” de coco y el tratamiento con extracto de sábila, que desarrollaron área foliar de 28.43cm² y 24.62 cm² respectivamente, se comportaron de manera similar.

Aunque numéricamente sea superior el tratamiento con “agua” de coco sobre el extracto de sábila, estadísticamente son similares, donde ambos se comportaron superiores sobre el testigo que desarrolló el menor área foliar, 16.44cm². Debido a que los dos primeros tratamientos generaron mayor número de hojas, en cambio el testigo generó menor número de hojas.

Cuadro 20. Prueba de Tuckey de Área Foliar

Enraizadores	Sig (5%)	Promedios de Área foliar (cm ²)	
“Agua” de coco	a	28,43	
Extracto de sábila	a	24,62	
Extracto de sauce	ab	22,97	22,97
Testigo	b		16,44

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

Nuevamente se evidencia que si existe promotores de crecimiento en los enraizadores aplicados y que este tuvo efecto en las primeras dos semanas después de la aplicación, principalmente en la formación de número de hojas.

De ahí que el efecto que se tuvo al inicio, en la formación del número de hojas, de los promotores de crecimiento presentes en los enraizadores naturales, además de generar mayor volumen radicular, puede mejorar la producción de plantines de frutilla, generando

mayor área foliar, subsecuentemente, mayor absorción de luz y mayor producción de biomasa vegetal, para obtener un mayor desarrollo de los plantines antes de ser llevados a lugar definitivo para su producción del fruto.

Por otro lado, el desarrollo del área foliar pudo estar influenciado por la asimilación de nutrientes absorbidos del sustrato mediante la raíz, ya que con en el tratamiento con “agua” de coco se tuvo mayor volumen de raíz frente a los otros tratamientos, por lo que podría asimilar mayor cantidad de nutrientes del sustrato hasta la séptima semana de evaluación.

Una vez realizado el análisis del área foliar, se obtuvo el Índice de Área Foliar (IAF), para cada tratamiento, presentando los siguientes resultados.

El cuadro 21 y la figura 14 presentan los promedios obtenidos del Índice de Área Foliar (IAF), por cada tratamiento, donde: el tratamiento con “agua” de coco (b1) es superior a todos los tratamientos, además la variedad Sweet Charlie (a1) muestra mayor IAF frente a la variedad Oso Grande, 0.46 y 0.43 respectivamente; el tratamiento con extracto de sauce (b2) presenta igual promedio de IAF en las dos variedades con valor de 0.36; El tratamiento con extracto de sábila (b3), presentan IAF de 0.40 en a1 y 0.37 en a2; por último el testigo presenta IAF de 0.27 en la variedad Sweet Charlie y 0.25 en la variedad Oso Grande.

Cuadro 21. Promedios de Índice de Área Foliar (IAF)

VARIEDADES	ENRAIZADORES NATURALES				Promedio Variedades
	b ₁ =A. Coco	b ₂ =E. Sauce	b ₃ =E. Sábila	b ₄ =Testigo	
a ₁ =Oso Grande	0,43	0,36	0,40	0,25	0,36
a ₂ =Sweet Charlie	0,46	0,36	0,37	0,27	0,36
Promedio Enraizadores	0,44	0,36	0,38	0,26	0,36

Por otro lado el promedio de IAF entre variedades son similares y el promedio de IAF entre los enraizadores muestra variabilidad, donde: con la aplicación de “agua” de coco presenta IAF de 0.44 que es superior a los demás tratamientos; seguido de por la aplicación de extracto de sábila con 0.38; en tercer lugar encontramos a la aplicación con extracto de sauce con 0.36 de IAF; y en último lugar se tiene al testigo con 0.26.

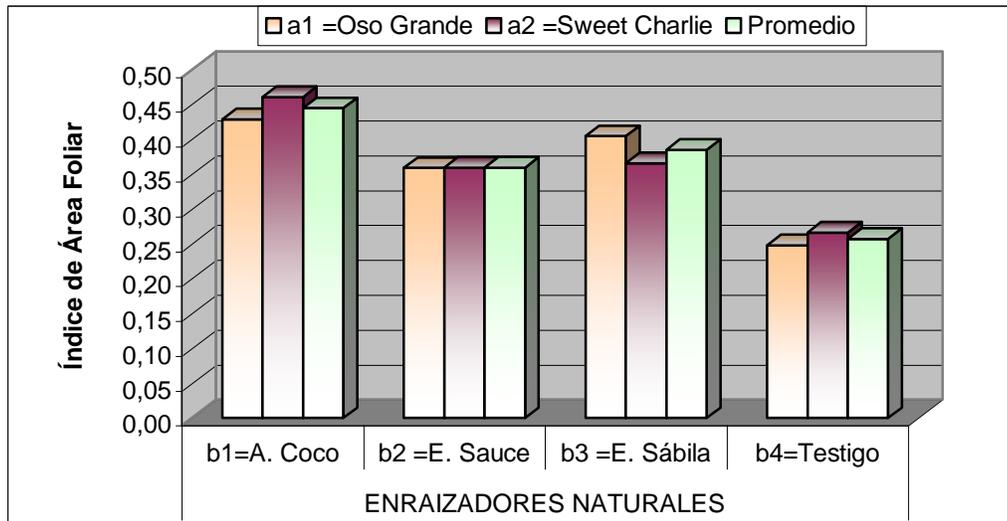


Figura 14. Comparación de promedios de IAF.

Al respecto Evans, (1978), Gardner, (1985), Johnson (1987) mencionado por Carretero *et. al.* (2007), señalan que la producción de biomasa, por su parte, puede explicarse a partir de: (i) la fracción de la radiación solar incidente que es interceptada por el cultivo, la cual es función del índice de área foliar (IAF = cm^2 de hoja por cada cm^2 de suelo) y de la arquitectura de las hojas y; (ii) la capacidad del cultivo de convertir la radiación interceptada en biomasa (Eficiencia de Uso de la Radiación = EUR).

Lagoutte *et al.* (2009) afirman que, desde el punto de vista de la producción, una planta de alta calidad y buena estructura es aquella que no está ahilada, posee buen número de ramificaciones y abundante floración, y es lo suficientemente compacta como para minimizar el deterioro cuando se embalan a altas densidades.

5.2.8 Diámetro de Corona

Los resultados obtenidos con respecto al diámetro de corona se presentan a continuación:

En el cuadro 22, se muestra el análisis de varianza para la variable diámetro de corona, donde estadísticamente no existe diferencias entre las variedades, ni tampoco en la interacción de los factores variedad y enraizador natural. Por otro lado si existe diferencias altamente significativas entre los enraizadores. Teniendo coeficiente de variación es de 12.94% lo que nos permite tener confiabilidad de los datos.

Cuadro 22. Análisis de varianza de diámetro de corona

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig
Variedades	1	1,62	1,62	0,78403	ns
Enraizadores	3	26,68	8,89	4,30369	**
Var x Enraizador	3	1,57	0,52	0,25287	ns
Error	24	49,59	2,07		
Total	31	79,45	2,56		

CV 12,94 %

Fuente: Elaboración Propia

Las diferencias entre los tratamiento de enraizadores con respecto al diámetro de corona, en análisis con la prueba de Tuckey, se muestra en el cuadro 23. Donde estadística y numéricamente el tratamiento con “agua” de coco tiene mayor desarrollo con respecto al testigo, con 12.29mm y 9.73mm respectivamente.

Los tratamientos con extracto de sábila y extracto de sauce, 11.28mm y 11.16mm respectivamente, estadísticamente se comportan de manera similar tanto al tratamiento con “agua” de coco y al testigo, aunque numéricamente sean diferentes.

Cuadro 23. Prueba de Tuckey de diámetro de corona

Enraizadores	Sig (5%)	Diámetro de corona (mm)	
“Agua” de coco	a	12,29	
Extracto de sábila	ab	11,28	11,28
Extracto de sauce	ab	11,16	11,16
Testigo	b		9,73

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

Estas diferencias, en la variable diámetro de corona, posiblemente sea debido a que el tratamiento con “agua” de coco tiene mayor área foliar, y esto a su vez generan una mayor producción de biomasa, que se almacena en la raíz fibrosa por una parte y también en la corona. Como menciona Aprea (2002), donde el 62 % de las sustancias de reservas se acumula en el sistema radicular del plantín, el resto en la corona y en las hojas, las cuales se reducen a medida que transcurre el tiempo desde la plantación.

5.3 Análisis de Correlación Parcial y Regresión Simple

En los resultados encontramos algunas posibles relaciones entre las variables de estudio para lo cual se realizó el análisis de correlación y regresión simple en los casos que corresponde, a partir de los datos de registro de campo:

Según Calzada (1970), señala que la correlación (r) nos muestra el grado de asociación que existe entre dos variables, de tal manera que un aumento o una disminución en una variable, va generalmente asociada con un aumento o disminución de la otra. Los valores que puede tomar r esta entre -1 y 1. Si r tiende a 0 se dice que no existe asociación entre las dos variables en estudio. Si tiende a 1 o a -1 existe alta asociación positiva o negativa respectivamente. Por otro lado las variables que presentan coeficientes de correlación menores a $r=0.5$ ó $r=-1$ son variables no correlacionadas.

El análisis de correlación multivariable, que se presenta en el cuadro 24, se observa que no existe correlaciones negativas, si positivas y algunas que tienden a cero lo que significa que no tienen correlación alguna.

Cuadro 24. Matriz de correlaciones entre todas las variables en estudio

	Altura de planta	Nº de hojas	Longitud de raíz	Volumen radicular (cm ³)	Diámetro de corona	Área Foliar (cm ²)
Altura de planta	1	0,727(**)	0,657(**)	0,612(**)	0,588(**)	0,519(**)
Nº de hojas		1	0,676(**)	0,493(**)	0,487(**)	0,518(**)
Longitud de raíz			1	0,717(**)	0,653(**)	0,515(**)
Volumen radicular				1	0,767(**)	0,301
Diámetro corona					1	0,259
Área Foliar						1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

La altura de planta con el número de hojas ($r=0.73$), es decir que cuando aumento la altura de planta también aumento el número de hojas; con longitud de raíz ($r=0.66$), volumen radicular ($r=0.61$), es decir que cuando tuvo crecimiento de altura también tuvo crecimiento de longitud de raíz y el aumento del volumen radicular; con el con el diámetro de corona ($r=0.59$) y con el área foliar ($r=0.52$).

Entonces el desarrollo de la altura de planta esta relacionado directamente por el incremento en número de hojas, el crecimiento de la longitud y el incremento en volumen

de la raíz, ya que tienen una asociación positiva, con una tendencia de $r=1$. Además el desarrollo del diámetro de corona y el área foliar también están correlacionados con el desarrollo de altura de planta en menor proporción a las anteriores variables descritas.

El incremento de número de hojas esta asociado con el crecimiento de longitud de raíz ($r=0.68$) y con el área foliar ($r=0.52$), con una asociación positiva, ya que tienden a $r=1$. En cambio el incremento de número de hojas no esta asociado con el incremento del volumen radicular ($r=0.49$) ni tampoco con el desarrollo del diámetro de corona ($r=0.49$), ya que mostraron coeficientes de correlación bajas ($r<0.5$).

El crecimiento de longitud de raíz esta asociado con el desarrollo del volumen radicular ($r=0.72$), además está asociado con el desarrollo del diámetro de corona ($r=0.65$) y con el área foliar ($r=0.52$), donde nos indica que tienen una asociación positiva.

Por otro lado el desarrollo del volumen radicular esta correlacionado con el desarrollo del diámetro de corona ($r=0.77$), donde muestra el mayor grado de asociación positiva con respecto a las otras correlaciones realizadas, es decir que si aumenta el desarrolló del volumen radicular, aumenta el diámetro de corona. La correlación entre el área foliar con el desarrollo del diámetro de corona y el volumen radicular no están asociadas.

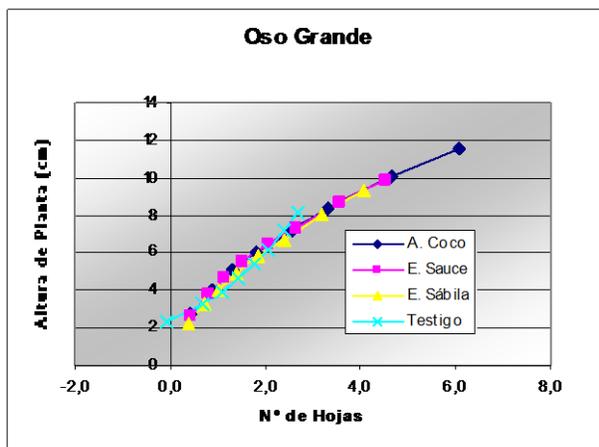


Figura 15. Regresión lineal de altura de planta y número de hojas, variedad Sweet Charlie.

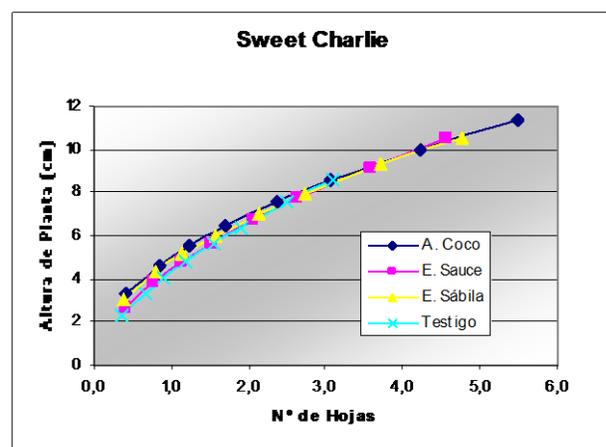


Figura 16. Regresión lineal de altura de planta y número de hojas, variedad Oso Grande.

Realizando la regresión simple entre altura de planta y número de hojas, del promedio de cada tratamiento por variedad, se obtiene una regresión exponencial con la ecuación

$Y=a*X^b$, donde X es Altura de planta y Y es N° de Hojas; (ver anexo 6) se tiene un coeficiente de determinación de r^2 de 0.9759 en la variedad Oso Grande y; r^2 de 0.9780 en la variedad Sweet Charlie, como se muestra en las gráficas de las figuras 15 y 16.

Los datos significan que: por el crecimiento de un centímetro de altura de planta se espera un incremento en promedio de una hoja ($0.98=1$) en la variedad Oso Grande y al igual que en la variedad Sweet Charlie, por el crecimiento de un centímetro de altura de planta se espera un incremento en promedio de 0.78 hojas, aproximadamente una hoja. Además la altura de planta y el número de hojas, en ambas variedades están altamente asociados, ya que los puntos tienden a una línea, como nos señala el valor de " r^2 ".

Las variables independientes altura de planta, longitud de raíz y diámetro de corona, tomando en cuenta las correlaciones encontradas "r" próximos a uno, se realiza el análisis de regresión lineal múltiple, considerando la variable dependiente al volumen radicular, por ser una variable determinante en la producción de plantines de frutilla, se obtiene los siguientes resultados. Donde la ecuación para las cuatro variables es la siguiente $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$.

Cuadro 25. Matriz de resultados de regresión múltiple

r^2 (%)	67.6
a	-0,313
Variables	Coeficientes no estandarizados (b)
Altura de planta X_1	0,149
Long de raíz (cm) X_2	0,119
Diámetro de corona X_3	0,380

Variable dependiente: Volumen radicular (cm^3)
Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS

En el cuadro 25 se muestran los resultados obtenidos de la regresión múltiple lineal, donde la ecuación encontrada es: Volumen Radicular = $-0.313 + 0.149$ altura de planta (X_1) + 0.119 longitud de raíz (X_2) + 0.380 diámetro de corona(X_3), donde el la altura de planta, la longitud de raíz y el diámetro de corona explican el 67.6% de la variación en el volumen radicular.

5.4 Análisis Económico

El análisis económico se considera de mucha importancia para una mejor extensión agrícola y tener claro los beneficios de rentabilidad. Por lo que a continuación se presentan los resultados obtenidos

5.4.1 Costo Total de Producción (CTP)

De acuerdo a los cálculos realizados en el cuadro 26, se muestra el resumen los costos variables, los costos fijos y costos de producción total por cada tratamiento, para la producción de 1000 plantines. Los detalles de los costos se muestran en el anexo 7.

Cuadro 26. Costo total de producción (CTP) por tratamiento en Bs y \$us.

Factor enraizador	Coco	Sauce	Sábila	Testigo
Costos variables	1223,5	1083,5	1123,5	1023,5
Costos fijos	941,69	941,69	941,69	941,688
TOTAL (Bs)	2165,2	2025,2	2065,2	1965,1875
TOTAL (\$us)	323,2	302,3	308,2	293,3
Costo de producción por plantin				
Bolivianos	2,17	2,03	2,07	1,97
Dólares Americanos	0,32	0,30	0,31	0,29

Fuente: Elaboración Propia

También se muestra el costo de producción para cada tratamiento, de un plantin de frutilla, en donde se tiene mayor costo de producción con la aplicación de “agua” de coco con 2.17Bs/plantin y 0.32\$us/plantin, seguido del tratamiento con extracto de sábila con 2.07Bs /plantin y 0.31\$us/plantin, luego del tratamiento con extracto de sauce con 2.03Bs/plantin 0.30\$us/plantin, por último el de menor costo de producción el testigo con 1.97Bs/plantin y 0.29\$us/plantin.

5.4.2 Cálculo de los Indicadores de Beneficio

De acuerdo al costo de producción obtenido, se asume un incremento para el precio de venta por cada plantin a un costo de 3Bs, con el cual calculamos los beneficios brutos, beneficios netos y la relación beneficio/ costo, para cada tratamiento de estudio.

En el cuadro 27, se presenta los cálculos en resumen del beneficio bruto (BB), beneficio neto (BN) y la relación beneficio/costo (B/C), donde el beneficio bruto que se obtendría es de 3000 bolivianos en todos los tratamientos, para el presente trabajo de investigación.

Desde el punto de vista económico, con respecto al beneficio neto, el testigo es el que tiene mayor beneficio neto con 1034.81 bolivianos, seguido por el tratamiento de extracto de sauce con 974.81 bolivianos, el tercer lugar encontramos al tratamiento con extracto de sábila con 934.81 bolivianos y por último el tratamiento con “agua” de coco tiene menor beneficio neto con 834.81 bolivianos, con respecto a los otros tratamientos.

Cuadro 27. Beneficio bruto, Beneficio neto y la relación beneficio/costo.

Factor enraizador	Coco	Sauce	Sábila	Testigo
Beneficio bruto (Bs)	3000	3000	3000	3000
Costo de Producción (Bs)	2165,2	2025,2	2065,2	1965,1875
Costo de Producción (\$us)	323,2	302,3	308,2	293,3
Beneficio Neto (Bs)	834,81	974,81	934,81	1034,8125
Beneficio Neto (\$us)	124,6	145,5	139,5	154,4
Beneficio/Costo	1,39	1,48	1,45	1,53

Fuente: Elaboración Propia Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la relación beneficio/costo, como se muestra en la figura 17, se ve que el testigo es el que tiene mayor beneficio, donde por la inversión de un boliviano para la producción de plantin se genera una ganancia 0.53 bolivianos con la venta de un plantin de frutilla. Seguido del tratamiento con extracto de sauce con 0.48, en tercer lugar el tratamiento con extracto de sábila con 0.45, y por último el de menor beneficio costo con 0.39, el tratamiento con “agua” de coco.

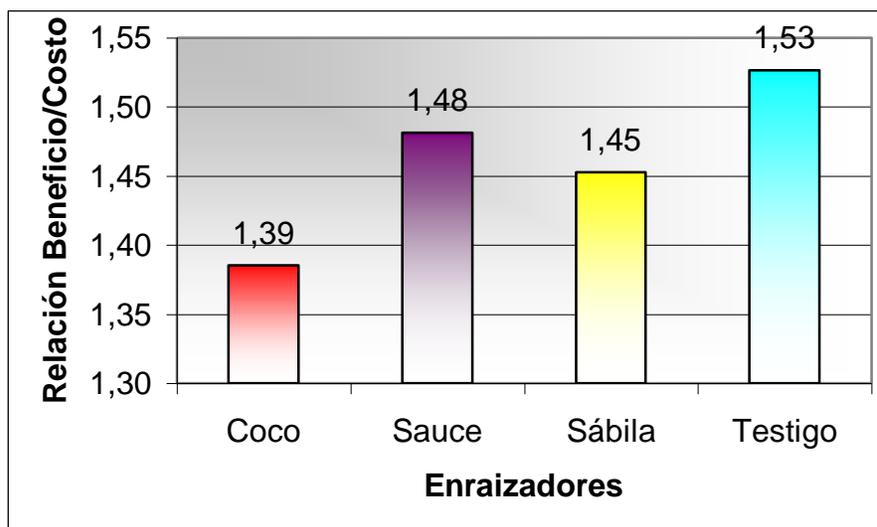


Figura 17. Relación Beneficio Costo con respecto a los enraizadores.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y discusiones presentadas en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones.

- ✓ La aplicación de enraizadores naturales, en esquejes, en la producción de plantines de frutilla, si tuvo un efecto temporal de los promotores de crecimiento presentes en ellos, lo que aceleró el proceso de formación de raíces adventicias, la elongación en los brotes radiculares, apicales y laterales, el desarrollo radicular y foliar, durante las dos primeras semanas.
- ✓ La producción de plantines de frutilla con la aplicación de enraizadores naturales se diferenció significativamente en la altura de planta, número de hojas, longitud de raíz, volumen radicular, área foliar y diámetro de corona, mostrando una superioridad del tratamiento con “agua” de coco, seguido de los extractos de sauce y sábila, en la mayoría de las variables, frente al testigo.
- ✓ No existe diferencias de altura de planta, número de hojas, longitud de raíz, área foliar y diámetro de corona, entre las variedades Oso Grande y Sweet Charlie, en la producción de plantines de frutilla.
- ✓ Existe diferencia en el volumen radicular entre las dos variables, donde la variedad Oso Grande se mostró superior a la variedad Sweet Charlie.
- ✓ La interacción entre las variedades de frutilla y los tratamientos con enraizadores naturales, no mostraron diferencias en ninguna de las variables de estudio, en la producción de plantines de frutilla.
- ✓ Se desarrolló mayor altura de planta con la aplicación de “agua” de coco y el que desarrolló menor altura de planta fue el testigo. Los tratamientos con extractos de sauce y sábila se desarrollaron de forma similar en altura de planta.
- ✓ Con la aplicación de “agua” de coco se obtuvo mayor número de hojas, 5 hojas, siendo superior a todos los otros tratamientos, el que desarrolló menor número de

hojas fue el testigo, 3 hojas. Los tratamientos con extractos de sauce y sábila desarrollaron 4 hojas en promedio. El comportamiento de las dos variedades en la formación de número de hojas fue similar.

- ✓ En la variable longitud de raíz, se obtuvo un crecimiento de 23.4cm con la aplicación de “agua” de coco, siendo superior a los demás tratamientos, en cambio mostró menor crecimiento el testigo con 17.4cm. Los tratamientos con la aplicación de extracto de sauce y sábila estadísticamente mostraron similar crecimiento, donde generaron 19.2 y 20.4cm de longitud, respectivamente. Con respecto a la longitud de raíz en las dos variedades de estudio no se encontraron diferencias.
- ✓ El volumen radicular estadísticamente, obtuvo similar desarrollo en los tratamientos con “agua” de coco y extracto de sauce con 8.8cm^3 y 8.2cm^3 , respectivamente, siendo estos superiores al testigo y al tratamiento con extracto de sábila. El testigo y el tratamiento con extracto de sábila se comportaron de manera similar en el desarrollo del volumen radicular con 6.6cm^3 y 7.4cm^3 , respectivamente.
- ✓ Existe diferencias significativas entre las dos variedades de frutilla en estudio, en el desarrollo de volumen radicular, donde la variedad Oso Grande se comportó superior desarrollando 8.1cm^3 frente a la variedad Sweet Charlie que desarrolló en promedio 7.3cm^3 de volumen.
- ✓ Se obtiene mayor área foliar con la aplicación de “agua” de coco, siendo superior a los demás tratamientos, lo que generó un Índice de Área Foliar de 0.44. Por otro lado el que generó menor área foliar fue el testigo, con Índice de Área Foliar de 0.26. Los tratamientos con extracto de sauce y sábila, estadísticamente tuvieron un desarrollo similar del área foliar, donde los Índices de Área Foliar fueron de 0.38 y 0.36, respectivamente.
- ✓ El mayor diámetro de corona se generó con la aplicación de “agua” de coco, con 12.3mm de diámetro, aunque estadísticamente se comportó de manera similar con los tratamientos de extracto de sauce y el de sábila que obtuvieron 11.2 y 11.3mm

respectivamente. Por otro lado se obtuvo menor desarrollo del diámetro de corona en el testigo desarrollando 9.7mm de diámetro.

- ✓ Las variaciones de temperatura máxima y mínima influenciaron en el normal desarrollo de los plantines de frutilla, provocando alteraciones fisiológicas como quemaduras en las hojas, letargo del crecimiento de la planta.
- ✓ Se encontró coeficiente de correlaciones positivas entre las variables, volumen radicular con altura de planta de 0.612, con longitud de raíz de 0.717 y con diámetro de corona de 0.767. Así también entre altura de planta con número de hojas de 0.727 y con longitud de raíz de 0.657. Como también longitud de raíz con diámetro de corona de 0.653 y con número de hojas de 0.676.
- ✓ El análisis económico que se realizó en la producción de plantines de frutilla, bajo las condiciones en estudio, muestra que se tiene menor costo de producción con el testigo, con 1.97 bolivianos por plantin de frutilla, el que tiene mayor costo de producción es el tratamiento con “agua” de coco, que muestra 2.17 bolivianos por plantin de frutilla, en cambio los tratamientos con extracto de sauce y sábila tienen un costo de producción de 2.03 y 2.07 Bs/plantin de frutilla, respectivamente.
- ✓ Se tiene mayor beneficio/costo con el testigo, 1.53, seguido del tratamiento con extracto de sauce con 1.48, en tercer lugar el tratamiento con extracto de sábila con 1.45, y por último el de menor beneficio costo con 1.39, el tratamiento con “agua” de coco.

7. RECOMENDACIONES

Para la producción de plantines de frutilla a partir de esquejes, en las variedades Oso Grande y Sweet Charlie, con aplicación de enraizadores naturales, se recomienda utilizar “agua” de coco, de acuerdo a los resultados encontrados, así obtener plantines de frutilla en el menor tiempo posible, y si considera menor gasto utilizar extracto de sábila.

Comparar la producción de plantines de frutilla a partir de semilla, de esquejes y de estolones en diferentes variedades, para determinar la mejor forma de producción de plantines. Posteriormente realizar la evaluación del cultivo de frutilla a partir de la obtención de plantines de frutilla de diferentes tipos de producción, semilla, estolón y división de coronas.

A los agricultores de frutilla, incentivar la producción de plantines de frutilla a partir de esquejes de corona, con la aplicación de enraizadores naturales, como también a partir de los estolones, para poder reponer las plantas del cultivo y ampliar las superficies de producción de frutilla, así autoabastecernos.

Continuar el estudio y la evaluación con la producción del cultivo de frutilla, a partir de los plantines producidos, evaluando diferentes características para obtener los mejores rendimientos.

Realizar investigaciones en otras épocas, bajo las condiciones en estudio.

Realizar investigaciones en cuanto a plagas y enfermedades que podrían presentar en los viveros, para la obtención de plantines de frutilla.

Se recomienda evaluar los enraizadores naturales del presente trabajo y otros, evaluando dosis y tiempos de sumergimiento en los enraizadores naturales aplicados en diferentes especies, además de compararlos con enraizadores sintéticos.

Al utilizar los extractos de sauce y sábila considerar la época de recolección y el estado fisiológico de la planta, además de tomar en cuenta la disponibilidad de los mismos.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, Q. H. 2001. Manual del cultivo de fresa. Centro de Recursos. Las Sabanas. Somoto, Madriz - Nicaragua. 24 p.

APREA, A. MITIDIERI, J. ZEMBO, J.C GAMBOA, S.. AMOIA, P. AGUDIAK, L.J. CASTAÑO L. 2002. Influencia del tamaño del plantín fresco de frutilla (*Fragaria x ananassa*. Duch) en cuatro cultivares de día corto sobre la productividad. Disponible en: www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/amh_0.15.htm

ARDAYA D. y YOSHIRO K. 1999. Frutas Cultivadas en Bolivia. CIAT. Santa Cruz – Bolivia. pp. 35 – 45.

AZCON-BIETO J., TALON M. (1993). Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana. Bogotá – Colombia. pp. 285 - 299.

BIELINSKI, S. Y HENNER, O. 2009. Serie de publicaciones del Departamento de Horticultura Sciences, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Fecha de primera publicación: Octubre. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>>.

BORQUE, V. 2003. Agricultura: cultivo de frutillas en la provincia de Tucumán. Dirección de la agricultura (en línea. Buenos Aires argentina) www.inta.ar/frutilla

CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Tercera edición editorial Jurídica S. A. Lima, Perú. pp. 341-398.

CARRETERO, R., SERRAGO R. A. Y MIRALLES D. J. 2007. Las enfermedades foliares en el cultivo de Trigo: Una perspectiva ecofisiológica Fuente: 1ª Jornada de Trigo de la Región Centro, Buenos Aires-Argentina. Consultado 26 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=21165&id2=21168&publi>

CEDEFOA. 2002 Carpas Solares: Técnicas d construcción y técnicas de producción de hortalizas. La Paz – Bolivia. pp. 3-18.

CIMMYT, 1988 Manual metodológico de evaluación económica. México- DF.

CONDORI, E. 2006. Efecto de enraizadores naturales en la propagación asexual de arce negundo (*Acer negundo*), en vivero. Tesis de grado. UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz - Bolivia. 66 p.

FAO. 2000- Las semillas agrícolas y hortícolas. Roma – Italia. 616 p.

FLORES, J. 1999 Carpas Solares Técnicas de Construcción: Editorial Huellas. La Paz – Bolivia. pp. 10-28.

FOLQUER, F. 1986. La frutilla o fresa. Editorial hemisferio sur, Buenos Aires- Argentina. 149 p.

GARCÍA M., HDEZ, R., ESTEVEZ, M., BUSTIOS, S., ECHEVARRÍA, Y. 2008. Utilización del Aloe vera L. en la composición de medios de Cultivo para la fase de enraizamiento de la variedad comercial de plátano FHIA 18. Avances Vol. 10 No 4.

GARCÍA M., HDEZ, R., ESTEVEZ, M. 2008. Algunas experiencias en la utilización del Aloe vera L. en la preparación de medios de cultivo. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/medios-cultivo-aloe/medios-cultivo-aloe.shtml>

GIRALDO, L., RÍOS, H. y POLANCO, M. 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Universidad Nacional Abierta y A Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. CEAD Eje Cafetero, Pereira. Colombia. Disponible en: http://www.riaa.unad.edu.co/PDF01/Giraldo_et_al_enraizadores.pdf

GUTIERREZ, J., SUCOJAYO, E., CHOQUE, Z. y COPA, G. 2009 Manual de producción de hortalizas en carpas solares, Secretaria de Desarrollo Social IELB, La Paz – Bolivia. 51p.

GUZMAN, M. 1993 Construcción y manejo de invernaderos. Memorias. UMSA, La Paz – Bolivia. pp. 3-7.

GUZMÁN. A. 2000. Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonados orgánicos en la zona de Cota Cota. Tesis de grado. UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz - Bolivia. 93 p.

HARTMAN, F. 1990 Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. pp. 30-40.

HARTMANN, H. D. y KESTER, D. 1998. Propagación de plantas. Compañía Editorial Continental, S.A. C.V. México. 760 p.

INGENIERÍA AGRÍCOLA. 2008. La frutilla, manejo básico del cultivo. Disponible en <http://www.ingenieriaagricola.cl>

JUSCAFRESA, B. e IBAR, L., 1987. Fresa y Fresones. Ed. AEDOS. Barcelona – España. 172 p.

LAGOUTTE, S. DIVO DE SESAR, M. y VILELLA, F. 2009. Efecto del tamaño de celdas y citocininas en el crecimiento de plantas de petunia. Revista internacional de botánica experimental, Fundación Rómulo Raggio. Disponible en: www.revistaphyton.fundromuloraggio.org.ar

LIRA, R. H. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial trillas 1ª edición, México D.F. pp 193-212.

LORINI, J. 1991. Clima en forno, E. y M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. 27-46. Instituto de Ecología – UMSA, La Paz - Bolivia.

MAMANI, B. 2005. Comportamiento in vitro de dos variedades de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch) para su micropropagación en diferentes medios de cultivo. Tesis de grado. UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz - Bolivia. 118 p.

MAROTO, J. V. 1990 Elementos de horticultura general. 1ª Edición, Editorial Mundi Prensa. Madrid – España. 568 p.

Números de nuestra tierra, 1999. Revista. s.e. Cochabamba – Bolivia.

PARROTTA, J. A. 1993. Cocos nucifera L. Coconut, coconut palm, palma de coco. SO-ITFSM. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. USA. 7 p. Disponible en: www.fs.fed.us/global/iitf/Cocosnucifera.pdf

PURQUERIO, L. F, DE M. PIRES, C. Y TIVELLI, S. (2006). Estimativa da área foliar de cinco cultivares de morangueiro.1IAC/APTA – Centro de Horticultura; 2 IAC/APTA –

Centro de Ecofisiología e Biofísica. CP-28, 13012-970, Campinas, Brasil. 5p. Disponible en: www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/.../A1026_T1495_Comp.pdf

RODRÍGUEZ H. Y HECHEVARRÍA I. 2004. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera (L.) N. L. Burm. Estación Experimental de Plantas Medicinales. "Dr. Juan Tomás Roig"- Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol9_2_04/pla06204.htm

ROJAS, F. 1996. Texto de botánica sistemática. La Paz Bolivia. pp. 83-104.

SÁNCHEZ R. MORENO R. PUENTE M. Y ARAIZA CH. 2004. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Octubre 13, 14 y 15 del 2004 Coah, México.

SERRANO, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. Editorial AEDOS. Barcelona, España. pp. 181 – 192.

TROLL, C. 1987. El eco-sistema andino. Editorial Hisbol. La Paz-Bolivia. 101 p.

VALDEZ, A. 1995 Abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos. 1ª edición. La Paz-Bolivia. pp. 13-26.

URRUTIA, S. G. y BUZETA A., 1986. Mercado y cultivo de Berries. Capítulo 3: Descripción de Especies y Requerimientos de los Cultivos. Departamento Agroindustrial. Fundación Chile. Santiago de Chile, Chile. 25 p.

VERDIER, M. 1987. Cultivo de fresón en climas templados. Editorial Agrarios S.A. Madrid España. 338 p

VIGLIOLA, M. I. 1992 Manual de horticultura. Editorial hemisferio sur. Buenos Aires-Argentina. 235 p.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de registro de temperaturas diarias del ambiente protegido

Fecha	Hº de Sustrato	pH	Temperaturas		
			Mín	Máx	Prom
25-Jul	35,0	6,9	4,0	31,0	17,5
26-Jul	30,0	6,8	2,7	31,2	17,0
27-Jul	40,0	6,9	5,6	35,9	20,8
28-Jul	35,0	7	0,2	34,5	17,4
29-Jul	30,0	6,9	-0,2	36,2	18,0
30-Jul	32,0	6,8	-0,3	32,4	16,1
31-Jul	35,0	6,8	-2,1	33,4	15,7
01-Ago	36,0	6,8	2,1	32,0	17,1
02-Ago	28,0	6,7	-1,0	35,7	17,4
03-Ago	25,0	6,7	-2,0	34,5	16,3
04-Ago	35,0	6,8	6,0	36,5	21,3
05-Ago	32,0	6,9	7,8	25,1	16,5
06-Ago	30,0	6,8	7,1	35,5	21,3
07-Ago	30,0	6,9	2,0	42,6	22,3
08-Ago	35,0	6,8	3,9	40,0	22,0
09-Ago	30,0	6,7	3,9	39,8	21,9
10-Ago	30,0	6,8	4,3	34,2	19,3
11-Ago	32,0	6,7	5,2	35,4	20,3
12-Ago	35,0	6,8	1,7	33,5	17,6
13-Ago	30,0	6,7	4,4	35,3	19,9
14-Ago	30,0	6,8	4,0	32,1	18,1
15-Ago	32,0	6,7	4,2	34,0	19,1
16-Ago	35,0	6,9	4,4	35,8	20,1
17-Ago	30,0	6,6	7,3	34,1	20,7
18-Ago	30,0	6,7	5,2	35,5	20,4
19-Ago	32,0	6,8	2,9	36,1	19,5
20-Ago	28,0	6,7	7,5	28,9	18,2
21-Ago	38,0	6,7	6,0	40,0	23,0
22-Ago	35,0	6,8	8,7	37,9	23,3
23-Ago	36,0	6,7	7,2	35,2	21,2
24-Ago	32,0	6,8	5,6	39,0	22,3
25-Ago	30,0	6,8	4,5	38,8	21,7
26-Ago	30,0	6,8	7,2	33,5	20,4
27-Ago	32,0	6,9	5,1	39,9	22,5
28-Ago	30,0	6,8	6,5	43,6	25,1
29-Ago	35,0	6,8	7,2	40,0	23,6
30-Ago	30,0	6,9	6,0	34,4	20,2
31-Ago	30,0	6,8	6,7	35,9	21,3
01-Sep	35,0	6,7	7,2	35,2	21,2
02-Sep	32,0	6,7	6,8	37,3	22,1
03-Sep	30,0	6,8	4,2	39,0	21,6
04-Sep	30,0	6,8	8,0	36,0	22,0
05-Sep	30,0	6,7	6,5	38,0	22,3
Promedios	32,0	6,8	4,5	35,7	20,1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Tabla de datos obtenidos en campo de las diferentes variables

Trat	Días a la Brotación	% Prendimiento	Rep	Altura de Planta (cm)								Número de Hojas								Long de raíz (cm)	Volumen radicular (cm ³)	Diámetro de corona (mm)	Area Foliar (cm ²)
				26-Jul	06-Ago	12-Ago	17-Ago	22-Ago	27-Ago	01-Sep	05-Sep	26-Jul	06-Ago	12-Ago	17-Ago	22-Ago	27-Ago	01-Sep	05-Sep				
V1 Coco	4	100	1	3,4	4,9	6,7	7,1	8,0	8,6	9,7	10,7	0	1	2	2	2	3	3	4	23,5	9,2	11,5	29,65
			2	3,0	5,0	7,0	7,4	8,6	8,9	9,8	10,6	1	1	2	3	3	4	4	5	22,0	8,5	12,0	32,37
			3	1,5	2,0	3,8	5,2	7,2	9,0	10,2	11,0	0	1	2	3	3	4	5	5	27,0	9,5	14,5	31,39
			4	2,7	3,2	4,0	6,0	7,0	8,2	9,5	10,4	0	1	2	2	3	3	3	4	19,0	9,0	11,2	16,23
V1 Sauce	5	97,7	1	3,2	4,2	5,1	6,0	7,6	8,6	9,0	10,5	1	1	2	2	3	3	3	4	22,5	9,0	12,2	19,2
			2	3,0	3,5	3,9	4,8	6,0	7,8	8,7	10,0	0	1	1	2	2	2	3	3	20,0	9,5	11,8	26,3
			3	3,5	4,3	4,9	5,4	6,5	7,5	8,4	9,8	0	1	2	2	3	3	3	4	19,5	8,5	11,2	18,8
			4	1,6	3,0	4,0	4,8	5,9	7,3	8,3	9,5	0	1	1	2	2	2	3	3	19,0	8,3	9,5	27,4
V1 Sábila	5	100	1	1,8	2,6	3,5	4,3	5,3	5,9	7,4	8,9	0	1	1	2	2	2	3	3	19,0	8,5	13,4	24,58
			2	1,5	2,5	3,4	4,5	5,9	6,8	7,9	9,0	0	1	1	2	2	2	3	3	19,5	7,5	9,8	32,51
			3	2,6	3,6	4,3	5,2	6,1	7,2	8,1	9,3	1	1	1	2	2	3	3	4	23,5	8,0	10,5	22,31
			4	3,2	3,8	4,8	5,5	6,7	7,8	8,4	9,6	0	1	1	2	2	2	3	3	24,0	8,5	12,8	24,05
V1 Testigo	5	95,5	1	3,4	3,8	5,0	5,6	6,4	7,2	7,8	8,9	0	1	1	2	2	2	3	3	23,0	8,0	11,2	14,2
			2	2,6	3,1	3,5	5,0	5,8	6,6	7,2	8,3	0	1	1	1	2	2	2	3	16,0	6,5	10,6	16,4
			3	2,4	2,8	3,0	4,8	5,0	6,3	7,5	8,0	0	1	1	1	2	2	3	3	19,0	6,0	8,4	22,0
			4	2,0	2,1	2,4	3,5	4,3	5,8	6,7	7,9	0	0	1	1	1	2	2	2	15,5	7,0	10,8	10,9
V2 Coco	5	97,5	1	2,8	3,5	4,5	5,6	6,8	8,0	9,3	10,3	0	1	2	2	3	3	4	4	26,0	10,0	13,6	26,01
			2	3,3	5,0	7,6	8,2	9,0	9,8	10,5	11,2	0	1	2	2	3	3	3	4	23,0	8,5	11,2	28,07
			3	3,2	4,8	5,5	6,5	8,7	9,5	10,4	10,8	1	1	2	2	3	3	4	5	28,0	9,0	12,5	33,42
			4	2,8	5,1	6,5	7,0	7,2	7,9	8,8	9,1	0	1	2	2	2	3	3	4	18,5	7,0	11,8	30,32
V2 Sauce	6	95,5	1	2,8	3,9	5,2	6,6	7,5	8,5	9,3	10,2	1	1	1	2	2	3	3	4	19,0	9,0	12,9	19,3
			2	3,0	3,8	4,3	6,5	8,0	8,7	9,5	10,4	0	1	2	2	2	3	3	3	20,0	8,0	11,9	25,9
			3	2,2	3,0	4,2	5,2	6,4	7,4	8,6	9,7	0	1	1	2	2	3	3	3	16,0	6,0	9,0	31,1
			4	2,9	4,0	4,6	5,5	6,6	7,6	8,7	9,8	0	1	2	2	2	3	3	4	18,0	7,5	10,8	15,7
V2 Sábila	5	97,7	1	3,2	4,2	5,0	5,2	6,0	7,5	9,5	10,6	0	1	1	2	3	2	3	4	21,5	7,0	12,2	24,97
			2	3,0	4,3	5,5	6,2	6,7	7,8	9,0	10,0	1	1	2	2	2	3	3	4	19,0	7,0	11,8	25,28
			3	3,0	4,8	6,0	7,0	7,5	8,8	9,6	10,2	0	1	2	2	3	3	4	4	20,0	6,0	9,9	22,67
			4	2,5	3,9	5,8	6,5	7,0	8,2	9,3	9,9	0	1	1	2	2	2	3	3	17,0	6,5	9,8	20,61
V2 Testigo	6	97,5	1	2,7	3,3	4,0	5,0	5,6	6,3	7,5	8,4	0	1	1	1	1	2	2	3	16,5	7,0	9,7	15,2
			2	1,9	2,4	2,5	4,8	5,8	6,5	7,7	8,9	0	1	1	1	1	2	2	2	16,0	6,5	10,7	12,6
			3	3,2	5,0	6,3	6,5	6,9	7,5	8,0	9,3	1	1	1	2	2	2	3	3	18,0	6,0	9,6	20,5
			4	1,8	2,1	2,5	3,5	4,3	5,8	6,9	7,9	0	1	1	1	2	2	2	3	15,0	5,5	6,8	19,8

Anexo 3. Tabla de datos ajustados con regresión lineal $y = mx + b$

Variedad	Enraizador	Nº Repet	Altura de Planta (cm)										Número de Hojas									
			26-Jul	06-Ago	12-Ago	17-Ago	22-Ago	27-Ago	01-Sep	05-Sep	Constante R	Pendiente m	26-Jul	06-Ago	12-Ago	17-Ago	22-Ago	27-Ago	01-Sep	05-Sep	Constante R	Pendiente m
V. Oso Grande	Agua de coco	1	3,3	5,2	6,3	7,2	8,1	8,8	9,7	10,4	0,9947923	0,1798878	0	1	2	2	2	3	3	4	0,969966	0,090545
		2	3,2	5,3	6,4	7,3	8,3	9,0	10,0	10,7	0,9927981	0,188141	0	2	2	3	3	4	4	5	0,9614695	0,104968
		3	0,1	3,0	4,6	6,0	7,3	8,4	9,7	10,8	0,9730116	0,2675481	0	1	2	3	3	4	5	5	0,9883906	0,133814
		4	1,5	3,8	5,1	6,2	7,2	8,1	9,1	10,0	0,9702422	0,2110577	0	1	2	2	3	3	3	4	0,9766291	0,09375
	Extracto de Sauce	1	2,5	4,5	5,6	6,6	7,5	8,3	9,2	10,0	0,9807311	0,1875801	1	1	2	2	3	3	3	4	0,9481898	0,075321
		2	1,7	3,7	4,9	5,8	6,7	7,4	8,4	9,1	0,9447081	0,1845353	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
		3	2,7	4,4	5,4	6,1	6,9	7,5	8,3	8,9	0,9640669	0,1561699	0	1	2	2	3	3	3	4	0,9766291	0,09375
		4	0,9	3,1	4,3	5,3	6,4	7,2	8,2	9,0	0,9860958	0,2001603	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
	Extracto de Sábila	1	0,9	2,9	3,9	4,8	5,7	6,4	7,2	7,9	0,9684849	0,1746795	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
		2	0,7	2,8	4,0	5,0	6,0	6,8	7,7	8,5	0,9830213	0,1957532	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
		3	1,9	3,8	4,8	5,6	6,5	7,2	8,0	8,7	0,980076	0,169391	0	1	2	2	2	3	3	3	0,9121783	0,076923
		4	2,4	4,2	5,2	6,1	6,9	7,6	8,4	9,1	0,9761681	0,1667468	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
	Testigo	1	2,8	4,3	5,2	5,9	6,6	7,1	7,9	8,4	0,9796652	0,1414263	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
		2	1,8	3,5	4,4	5,1	5,9	6,5	7,2	7,8	0,9700752	0,1504006	0	1	1	1	2	2	2	3	0,9476128	0,065705
		3	1,4	3,1	4,1	4,8	5,6	6,2	7,0	7,6	0,9537395	0,1540865	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9582769	0,076122
		4	0,7	2,5	3,4	4,2	5,0	5,6	6,4	7,0	0,932828	0,1569712	0	0	1	1	1	2	2	2	0,9358974	0,058494
V. Sweet Charlie	Agua de coco	1	1,8	4,0	5,2	6,2	7,1	7,9	8,9	9,7	0,9748628	0,1988782	0	1	2	2	3	3	4	4	0,987915	0,104167
		2	3,4	5,7	6,9	7,9	8,9	9,7	10,7	11,5	0,9878843	0,2016026	0	1	2	2	3	3	3	4	0,9766291	0,09375
		3	2,7	4,9	6,2	7,2	8,3	9,1	10,1	11,0	0,983957	0,2074519	0	1	2	3	3	3	4	4	0,9423189	0,099359
		4	3,3	5,0	5,9	6,6	7,4	8,0	8,8	9,4	0,984623	0,1518429	0	1	2	2	2	3	3	4	0,969966	0,090545
	Extracto de Sauce	1	2,3	4,4	5,6	6,6	7,5	8,3	9,3	10,1	0,992205	0,1949519	0	1	2	2	2	3	3	3	0,9121783	0,076923
		2	2,1	4,3	5,5	6,6	7,6	8,4	9,4	10,2	0,9726479	0,2043269	0	1	2	2	2	3	3	3	0,9607689	0,076923
		3	1,3	3,5	4,7	5,6	6,6	7,4	8,4	9,2	0,9819429	0,1959135	0	1	1	2	2	3	3	3	0,9691895	0,081731
		4	2,2	4,1	5,2	6,0	6,9	7,6	8,5	9,2	0,9792995	0,1755609	0	1	2	2	2	3	3	4	0,969966	0,090545
	Extracto de Sábila	1	2,2	4,2	5,3	6,2	7,1	7,9	8,8	9,5	0,942472	0,1830929	0	1	1	2	2	3	3	4	0,9397231	0,092147
		2	2,6	4,5	5,5	6,4	7,3	7,9	8,8	9,5	0,9887911	0,1733974	1	1	2	2	3	3	3	3	0,9302605	0,072115
		3	2,9	4,9	6,0	6,9	7,8	8,6	9,5	10,2	0,9975257	0,1834936	0	1	2	2	3	3	4	4	0,987915	0,104167
		4	2,3	4,4	5,5	6,4	7,4	8,2	9,1	9,9	0,993895	0,1900641	0	1	1	2	2	2	3	3	0,9716054	0,075321
	Testigo	1	2,0	3,6	4,5	5,2	5,9	6,5	7,3	7,8	0,9747062	0,1461538	0	1	1	1	2	2	2	2	0,9109266	0,0625
		2	0,7	2,8	3,9	4,9	5,8	6,6	7,5	8,3	0,957105	0,1877404	0	1	1	1	1	2	2	2	0,922972	0,048878
		3	3,4	4,9	5,8	6,4	7,1	7,7	8,4	8,9	0,9851429	0,1376603	1	1	2	2	2	2	3	3	0,9102564	0,056891
		4	0,6	2,4	3,4	4,2	5,0	5,6	6,5	7,1	0,9433805	0,1622596	0	1	1	1	2	2	2	3	0,9476128	0,065705

Anexo 4. Tabla de ANVA de la variable altura de planta para cada fecha de medición.

Fuente de Variación	Variable dependiente ^a	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Fc	Ft (5% - 1%)	Sig (Fc>Ft)
VARIEDAD	Altura de Planta 1	1,614	1	1,614	1,880	4.085 – 7.31	ns
	Altura de Planta 2	1,663	1	1,663	2,837	4.085 – 7.31	ns
	Altura de Planta 3	1,690	1	1,690	3,507	4.085 – 7.31	ns
	Altura de Planta 4	1,712	1	1,712	4,091	4.085 – 7.31	*
	Altura de Planta 5	1,735	1	1,735	4,602	4.085 – 7.31	*
	Altura de Planta 6	1,754	1	1,754	4,878	4.085 – 7.31	*
	Altura de Planta 7	1,777	1	1,777	4,978	4.085 – 7.31	*
	Altura de Planta 8	1,796	1	1,796	4,846	4.085 – 7.31	*
ENRAIZADOR	Altura de Planta 1	2,112	3	,704	,820	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 2	6,037	3	2,012	3,433	2.84 – 4.315	*
	Altura de Planta 3	9,101	3	3,034	6,297	2.84 – 4.315	**
	Altura de Planta 4	12,152	3	4,051	9,676	2.84 – 4.315	**
	Altura de Planta 5	15,657	3	5,219	13,839	2.84 – 4.315	**
	Altura de Planta 6	18,786	3	6,262	17,419	2.84 – 4.315	**
	Altura de Planta 7	23,106	3	7,702	21,577	2.84 – 4.315	**
	Altura de Planta 8	26,887	3	8,962	24,189	2.84 – 4.315	**
VARIEDAD * ENRAIZADOR	Altura de Planta 1	1,594	3	,531	,619	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 2	1,231	3	,410	,700	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 3	1,171	3	,390	,810	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 4	1,196	3	,399	,952	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 5	1,288	3	,429	1,139	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 6	1,411	3	,470	1,308	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 7	1,624	3	,541	1,517	2.84 – 4.315	ns
	Altura de Planta 8	1,844	3	,615	1,659	2.84 – 4.315	ns
Error	Altura de Planta 1	20,604	24	,858			
	Altura de Planta 2	14,068	24	,586			
	Altura de Planta 3	11,563	24	,482			
	Altura de Planta 4	10,047	24	,419			
	Altura de Planta 5	9,051	24	,377			
	Altura de Planta 6	8,628	24	,359			
	Altura de Planta 7	8,567	24	,357			
	Altura de Planta 8	8,892	24	,371			
Total corregida	Altura de Planta 1	25,924	31				
	Altura de Planta 2	22,998	31				
	Altura de Planta 3	23,525	31				
	Altura de Planta 4	25,108	31				
	Altura de Planta 5	27,731	31				
	Altura de Planta 6	30,578	31				
	Altura de Planta 7	35,074	31				
	Altura de Planta 8	39,420	31				

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS.

^aLos valores de 1 al 8 en la variable dependiente, indican desde la primera fecha de medición hasta la última (octava) fecha de medición.

Anexo 5. Tabla de ANVA del número de hojas para cada fecha de medición.

Fuente de Variación	Variable dependiente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Fc	Ft (5% - 1%)	Sig (Fc>Ft)
VARIEDAD	Nº de Hojas 1	,027	1	,027	,488	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 2	,011	1	,011	,233	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 3	,006	1	,006	,100	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 4	,002	1	,002	,035	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 5	,001	1	,001	,006	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 6	5,136E-06	1	5,136E-06	,000	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 7	,001	1	,001	,004	4.085 - 7.31	ns
	Nº de Hojas 8	,002	1	,002	,012	4.085 - 7.31	ns
ENRAIZAD	Nº de Hojas 1	,078	3	,026	,468	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 2	,981	3	,327	6,652	2.84 - 4.315	**
	Nº de Hojas 3	2,055	3	,685	11,986	2.84 - 4.315	**
	Nº de Hojas 4	3,263	3	1,088	15,540	2.84 - 4.315	**
	Nº de Hojas 5	4,756	3	1,585	17,920	2.84 - 4.315	**
	Nº de Hojas 6	6,156	3	2,052	19,122	2.84 - 4.315	**
	Nº de Hojas 7	8,162	3	2,721	20,016	2.84 - 4.315	**
	Nº de Hojas 8	9,972	3	3,324	20,409	2.84 - 4.315	**
VARIEDAD * ENRAIZAD	Nº de Hojas 1	,091	3	,030	,547	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 2	,066	3	,022	,450	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 3	,110	3	,037	,640	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 4	,177	3	,059	,841	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 5	,271	3	,090	1,023	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 6	,367	3	,122	1,141	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 7	,513	3	,171	1,257	2.84 - 4.315	ns
	Nº de Hojas 8	,649	3	,216	1,328	2.84 - 4.315	ns
Error	Nº de Hojas 1	1,334	24	,056			
	Nº de Hojas 2	1,180	24	,049			
	Nº de Hojas 3	1,372	24	,057			
	Nº de Hojas 4	1,680	24	,070			
	Nº de Hojas 5	2,123	24	,088			
	Nº de Hojas 6	2,575	24	,107			
	Nº de Hojas 7	3,262	24	,136			
	Nº de Hojas 8	3,909	24	,163			
Total corregida	Nº de Hojas 1	1,531	31				
	Nº de Hojas 2	2,239	31				
	Nº de Hojas 3	3,542	31				
	Nº de Hojas 4	5,122	31				
	Nº de Hojas 5	7,152	31				
	Nº de Hojas 6	9,099	31				
	Nº de Hojas 7	11,937	31				
	Nº de Hojas 8	14,531	31				

Fuente: Elaboración propia en base al programa SPSS.

^aLos valores de 1 al 8 en la variable dependiente, indican desde la primera fecha de medición hasta la última (octava) fecha de medición

Anexo 6. Tabla de promedios por tratamiento y número de días. Además del coeficiente de regresión “r” ajustado por la ecuación $Y=a*X^b$, donde X es Altura de planta y Y es N° de Hojas.

	N° de Días	1	12	18	23	28	32	37	41	1	12	18	23	28	32	37	41	Coef. "r"	Prom "r"
Tratamientos		Altura de Planta (cm)								N° de Hojas									
Oso Grande	A. Coco	2,74	4,07	5,06	6,06	7,25	8,38	10,04	11,60	0,4	0,9	1,3	1,8	2,5	3,3	4,6	6,1	0,98771	0,98792
	E. Sauce	2,69	3,84	4,67	5,50	6,47	7,36	8,66	9,86	0,4	0,8	1,1	1,5	2,1	2,6	3,6	4,5	0,98939	
	E. Sábila	2,21	3,28	4,07	4,87	5,83	6,73	8,05	9,30	0,4	0,7	1,0	1,4	1,9	2,4	3,2	4,1	0,99226	
	Testigo	2,30	3,26	3,94	4,61	5,40	6,13	7,18	8,15	-0,1	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,4	2,7	0,98231	
Sweet Charly	A. Coco	3,29	4,62	5,56	6,49	7,57	8,57	10,00	11,31	0,4	0,8	1,2	1,7	2,4	3,1	4,2	5,5	0,98465	0,98897
	E. Sauce	2,67	3,89	4,78	5,67	6,73	7,72	9,17	10,51	0,4	0,8	1,1	1,5	2,1	2,6	3,6	4,6	0,99047	
	E. Sábila	3,06	4,30	5,18	6,04	7,05	7,98	9,31	10,54	0,4	0,8	1,1	1,6	2,1	2,7	3,7	4,8	0,98669	
	Testigo	2,31	3,32	4,05	4,77	5,62	6,41	7,56	8,62	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,5	3,1	0,99406	

Anexo 7. Detalle de los costos de producción

Detalle de los costos fijos

Costo Fijo Total (Bs)		Vida útil	Costo anual
Construcción de platabandas	480,00	5	96
Materiales de Trabajo	409,00	2	204,5
Sistema de riego	1195,00	5	239
Construcción de Carpa Solar	3217,50	8	402,1875
Total	5301,50		941,6875

Detalle de los costos variables

Factor enrizador	Coco	Sauce	Sábila	Testigo
Insumos	523,50	523,50	523,50	523,50
Mano de Obra	500,00	500,00	500,00	500,00
Enraizadores	200,00	60,00	100,00	0,00
TOTAL	1223,50	1083,50	1123,50	1023,50

Costo de insumos para 6m²

Detalle	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Estiercol	1	m3	50
Arena Fina	2	m3	120
Turba	4	m 3	200
Agua	5	m3	500
Bolsas de trasplante	10	pqte	100
Ceniza (Tierra)	1	m 3	1
Mano de obra	2	jornal	50
Total			1021

Costo de enraizadores naturales para 1000 plantines

Detalle	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Agua de Coco	40	unidades	200
Extracto de sábila	2	litro	60
Extracto de sauce	10	kg	100
Testigo	1	g	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Fotografías



Preparación del sustrato, recolección de esquejes y siembra de esquejes de frutilla.



Desarrollo del plantin de frutilla a los 10 días



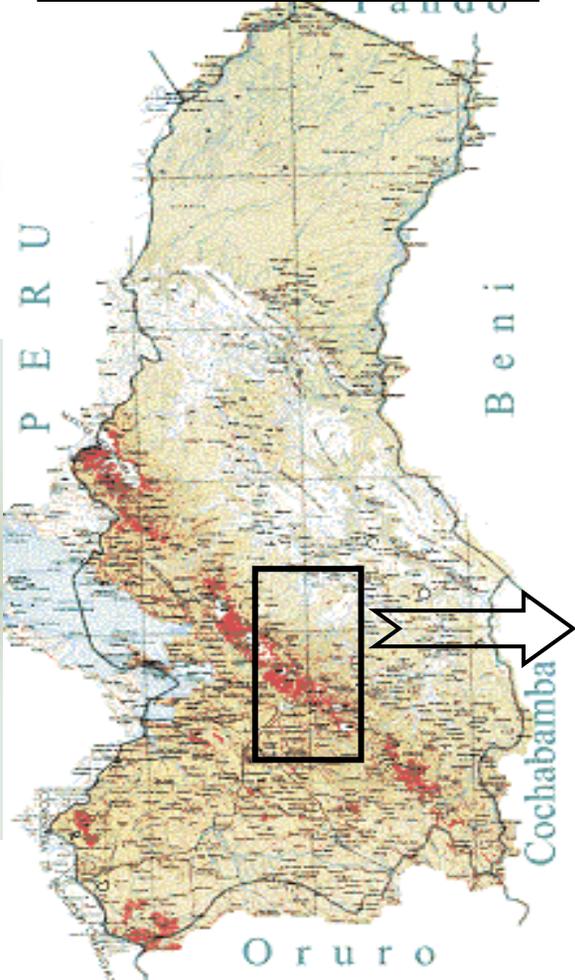
Desarrollo del plantin de frutilla a los 30 días

Figura 1. Mapa de Ubicación y Localización de la Investigación.

Mapa de BOLIVIA



Mapa: Departamento de LA PAZ



Estación Experimental Cota Cota UMSA
 16° 32' 04" latitud sur
 68° 03' 44" longitud oeste
 Municipio: La Paz
 Provincia: Murillo
 Departamento: La Paz
 Bolivia



Fuente: Elaboración propia en base a datos de IGM y la E.E. Cota Cota UMSA.