

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA PUERTO RICO

PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO

REPRODUCCION ASEXUAL DEL CULTIVO DEL LIMON (*Citrus latifolia*) CON EL MÉTODO ACODO AÉREO UTILIZANDO CINCO ABONOS ORGANICOS EN LA COMUNIDAD DE PUERTO RICO

Tesis de Grado presentada para obtener el grado académico de Licenciado en “Ing. Agroforestal

POSTULANTE:

Univ. María de los Ángeles Mocho Bravo

ASESOR:

Ing. Agr. Casimiro Montaña Nicolás

PUERTO RICO – PANDO

2023

HOJA DE APROBACION

Tesis de Grado aprobado el..... de del 2023

DATOS

NOMBRE APELLIDOS

FIRMAS

POSTULANTE: Univ. María de los Ángeles Mocho Bravo

ASESOR: Ing. Agr. Casimiro Montaña Nicolás

PTE. TRIBUNAL Lic. Saúl Rojas

TRIBUNAL: Ing. Marco Yepes Álvarez

TRIBUNAL: Ing. German Kauko Coimbra

TRIBUNAL: Ing. Yoshiro Aguada Manuyama

DEDICATORIA

Mi agradecimiento a Dios todopoderoso quien en todo momento de mi vida ha estado conmigo y me da la oportunidad de llegar hasta este momento de mi vida con salud.

A mi Universidad: Unidad Académica Puerto Rico dependiente de la Universidad Amazónica de Pando por acobijarme en sus aulas y sentirme cómodo para recibir los conocimientos de las diferentes asignaturas en proceso de estudio que he obtenido.

A mi asesor: Ing. Agr. Casimiro Montaña Nicolás por haberme brindado sus conocimientos, así como también haber tenido la paciencia para guiarme durante el desarrollo de esta Investigación.

A mis docentes: Ing. Agr. Wilfredo Montaña Teco y el Ing. Agrop. Ariel Hurtado Moisés del Programa Ing. Agroforestal, por su paciencia, comprensión y sabios consejos durante mi Formación Profesional

A los miembros del tribunal revisor ing, por sus sugerencias observaciones y correcciones de la presente investigación.

A mis compañeros: por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional.

A todos mis amigos (as): con quienes pude compartir grandes experiencias y conocimientos.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Alfonso Mocho Eamara Sra. Neusa Nelvy Bravo Fernández quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en mis estudios, me brindaron su apoyo Moral y económico para seguir estudiando. Depositando su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar un solo momento.

A MI ESPOSO:

A mi amado esposo Julio Cesar Flores Vargas por tu ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones mas tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste muy motivador, siempre me decías que lo lograría perfectamente, me ayudaste hasta donde te era posible, incluso mas que eso, muchas gracias, amor.

A MI HIJA:

Yuliana Heymi Flores Mocho quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

A MIS HERMANOS

Quienes en mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Alfonso, Carlos Yadith, Luis Fernando, Marianel, Daniel, Diana, Luis Miguel quienes me apoyaron y me alentaron a continuar, cuando parecía que me iba a rendir en la vida.

A MIS SUEGROS:

Sr. Oscar Flores Machado Sra. María Magdalena Vargas García no sé cómo explicar lo agradecida que estoy por tenerlos en mi vida. Cada uno de ustedes es una pieza importante en mi corazón y en mi historia. Gracias por ser mi familia, por estar presentes en cada momento importante y por siempre ser un apoyo incondicional.

RESUMEN

El limón es una especie de gran importancia como fruta alimentaria y medicinal con características terapéuticas de magnitud, y para la propagación vegetativa de plantas, es posible obtener plantas elites con las mismas características que la planta madre, obteniendo a partir de una rama formando una planta clonal, el presente estudio tiene como objetivo, evaluar el efecto de cinco abonos orgánicos, en la aceleración del desarrollo de la raíz con la reproducción asexual del limón con el método acodo aéreo en la Comunidad de Puerto Rico Municipio de Puerto Rico de la gestión 2023, el tipo de investigación es experimental donde se aplicó el DBA con cinco tratamientos y cinco repeticiones, los resultados obtenidos son: con el análisis de varianza en número de raíces es altamente significativo en los tratamientos y no así en las repeticiones teniendo un coeficiente de variación de 36.055 con una desviación estándar de 66.41 demostrándonos datos dispersos, en el ANOVA de volumen de raíz no es significativo ni en tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación de 77.85% que indica que no existe confiabilidad en el experimento. donde los mejores resultados en cuanto a los abonos orgánicos para emerger cantidad de raíces según la prueba de Tuckey no muestra los siguientes resultados, los promedios del número de raíces, están formando un grupo estadísticamente homogéneo heterogéneo (a y b) entre sí, donde T1 con (Estiércol descompuesto de vacuno) con un total de 65.60 (Cantidad) de raíces siendo el superior estadísticamente entre los demás tratamientos, donde T2 (Abono descompuesto de troncas) con un volumen de raíces de 4.52 (cm³), T3 con (Tierra vegetal) ocupó el segundo lugar con un total de 55.20 número de raíces, T4 (Gallinaza + tierra negra), ocupó el tercer lugar con 43.20 número de raíces, T5 con (Abono de aserrín) un total de 14.00 número de raíces, por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en conclusión los mejores resultados fueron T1 con (Estiércol descompuesto de vacuno) con un total de 65.60 (Cantidad) de raíces siendo el superior estadísticamente entre los demás tratamientos y T2 (Abono descompuesto de troncas) alcanzó a un promedio de volumen de raíces de 4.52 (cm³),

Palabras clave: Acodo aéreo, abono descompuesto, tratamientos y repeticiones tierra vegetal

ABSTRAC

Lemon is a species of great importance as a food and medicinal fruit with therapeutic characteristics of magnitude, and for the vegetative propagation of plants, it is possible to obtain elite plants with the same characteristics as the mother plant, obtaining from a branch forming a plant. clonal, the objective of this study is to evaluate the effect of five organic fertilizers on the acceleration of root development with the asexual reproduction of lemon with the air layering method in the Community of Puerto Rico Municipality of Puerto Rico of the 2023 management , the type of research is experimental where the DBA was applied with five treatments and five repetitions, the results obtained are: with the analysis of variance in the number of roots it is highly significant in the treatments and not in the repetitions having a coefficient of variation of 36.055 with a standard deviation of 66.41 showing dispersed data, in the ANVA of root volume it is not significant nor in treatments and repetitions with a coefficient of variation of 77.85% which indicates that there is no reliability in the experiment. where the best results in terms of organic fertilizers for the number of roots emerge according to the Tuckey test does not show the following results, the averages of the number of roots, are formed by a statistically homogeneous heterogeneous group (a and b) between themselves, where T1 with (Decomposed cattle manure) with a total of 65.60 (Quantity) of roots, being the statistically superior among the other treatments, where T2 (Decomposed manure of trunks) with a root volume of 4.52 (cm³), T3 with (Vegetable soil) I take second place with a total of 55.20 number of roots, T4 (Chicken manure + black soil), I take third place with 43.20 number of roots, T5 with (Sawdust fertilizer) a total of 14.00 number of roots, therefore it is rejected the null hypothesis and the alternative hypothesis is accepted, in conclusion the best results were T1 with (Decomposed cattle manure) with a total of 65.60 (Quantity) of roots, being the statistically superior among the other treatments and T2 (Decomposed fertilizer of trunks). reached an average root volume of 4.52 (cm³),

Keywords: Air layering, decomposed fertilizer, topsoil treatments and repetitions

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCION.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1. Formulación del problema.....	3
III. JUSTIFICACION.....	4
IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	5
4.1. Objetivo General.....	5
4.2. Objetivo Especifico.....	5
V. HIPOTESIS.....	6
5.1. Hipótesis nula.....	6
5.2. Hipótesis alternativa.....	6
VI. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	7
6.1. Antecedentes de los cítricos.....	7
6.1.1. Origen.....	7
6.2. Importancia del limón.....	8
6.3. Taxonomía y morfología del limón.....	9
6.3.1. Clasificación botánica.....	9
6.3.2. Descripción Botánica del limón.....	9
6.4. Requerimiento nutricional del limón.....	11
6.5. Generalidades de la propagación asexual.....	12
6.6. Importancia de la reproducción asexual.....	12
6.7. Técnicas de reproducción asexual.....	13
6.8. Multiplicación por acodo aéreo Instrucciones.....	15
6.10. Importancia de los abonos orgánicos.....	17

6.11.	¿Qué es un abono orgánico?.....	17
6.12.	Tipos de abonos orgánicos	18
6.12.1.	El estiércol	18
6.12.2.	Para que se utiliza.....	18
6.12.3.	Producción del estiércol.....	19
6.12.4.	Composición del estiércol	20
6.12.5.	Tierra negra.....	20
VII.	MATERIALES Y METODOS.....	22
7.1.	Ubicación de la investigación.....	22
7.2.	Materiales	22
7.3.	Métodos	24
7.3.1.	Tipo de investigación.....	24
7.3.2.	Método de Investigación	24
7.3.3.	Diseño de Investigación.....	25
7.3.4.	Análisis estadístico y pruebas de significancia.....	25
7.4.	Área de campo experimental	25
7.5.	Procedimiento del estudio experimental.....	27
7.6.	Evaluación y toma de datos del estudio.....	29
VIII.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30
IX.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
X.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
10.1.	Conclusiones.....	37
10.2.	Recomendaciones	38
XI.	BIBLIOGRAFIA	39
XII.	ANEXOS	42

INDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1 <i>Remoción de macronutrientes en el fruto (kg/t)</i>	11
Tabla 2 <i>Remoción de micronutrientes en el fruto</i>	11
Tabla 3 <i>Análisis de Varianza, Promedio volumen de raíces (m³) de los acodos aéreos del Limón (Citrus latifolia) Evaluados al final de la investigación</i>	30
Tabla 4 <i>Diferencia de promedios de volumen de raíces del limón de los tratamientos</i>	31
Tabla 5 <i>Prueba de TUKEY promedio de numero de volumen de raíces (m³) de los acodos aéreos del limón (Citrus limón) Evaluados al final de la investigación.</i>	31
Tabla 6 <i>Análisis de Varianza, Promedio de número de raíces (cantidad) de los acodos aéreos de limón (Citrus limón) Evaluados al final de la investigación.</i>	32
Tabla 7 <i>Diferencia de promedios de volumen de raíces del limón de los tratamientos</i>	33
Tabla 8 <i>Prueba de TUKEY promedio de numero de raíces (unidades) de los acodos aéreos de la mandarina (Citrus reticulata) Evaluados al final de la investigación.</i>	33
Tabla 9 <i>Tiempo de enraizamiento (días) de los acodos aéreos según tratamientos del limón Variedad Taiti.</i>	35

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 <i>Tipos de esquejes y estacas. a. Esquejes de planta herbácea (hojas); b. Estacas y esquejes de tallo; c. Esquejes leñosos</i>	13
Figura 2 <i>Método de reproducción acodo aéreo</i>	15
Figura 3 <i>Herramientas útiles para realizar el acodo</i>	15
Figura 4 <i>Promedio del volumen de raíces (cm³) de los acodos aéreos del limón (Citrus limón), evaluados al final de la investigación.</i>	32
Figura 5 <i>Promedio del Número de raíces (Cantidad) de los acodos aéreos del limón (Citrus latifolia), evaluados al final de la investigación.</i>	34
Figura 6 <i>Tiempo de enraizamiento del limón en los diferentes tratamientos y diferentes uso de abono orgánicos</i>	35

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1 <i>Fotografías de la investigación</i>	42
Anexo 2 <i>Cuadro de datos de la investigación</i>	47
Anexo 3 <i>Tablas de Fisher</i>	48
Anexo 4 <i>Tablas de Tuckey</i>	49

I. INTRODUCCION

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre. La dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios: conquistas de Alejandro Magno, expansión del islam, cruzadas, descubrimiento de América, etc. Mutaciones espontáneas han dado origen a numerosas variedades de cítricos que actualmente conocemos. (Medina, 2015)

Según Castillo, et al, (2005) menciona que: “Los acodos aéreos brindan la posibilidad de propagar plantas con avanzado desarrollo y tamaño uniforme a partir de ramas seleccionadas”. Benítez et al., (2002). Indica que: “estas técnicas de reproducción asexual con la finalidad de obtener individuos en corto tiempo y de producción”. (Citado en Palaguaray, 2015)

La vía de multiplicación sexual en muchas especies vegetales tarda gran cantidad de tiempo hasta obtener la joven planta que luego será trasplantada previo a la obtención de un tamaño adecuado en el que se incluye factores como: longitud de tallo, grosor de tallo, número de hojas, cantidad de raíces; los mismos que incurren en altos costos de producción debido a la relación tiempo/gastos. (Velasategui, 2011).

La materia orgánica es uno de los más importantes componentes del suelo para la producción de plantas. Si bien nos imaginamos que es un solo compuesto, su composición es muy variada, pues proviene de la descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo o en materiales fuera del predio. (Roma, Martinez, & Pantoja, 2013).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Amazonia Bolivia como es el caso del Departamento de Pando se ha ido impulsando a la producción de cítricos como mandarina, limón que hasta el momento no se tiene consolidado producciones a gran escala debido a un escaso o poco uso de técnicas agrícolas y la carencia de tecnologías, hacen que los pobladores no tomen importancia a la producción de cítricos en las comunidades del Municipio de Puerto Rico, y hasta el momento son producciones introducidas del departamento de La Paz Yungas con fines de adaptación y pruebas.

El Limón (*Citrus Latifolia*) es una de las frutas de mayor consumo y utilizado como medicinal de origen vegetal más resistente y versátiles, es una planta con muchas características y cualidades importantes que contribuyen en la medicina, la alimentación, y la comercialización que genera ingresos a las familias, este producto es utilizado en muchos y diferentes preparaciones para el consumo por ello que en los últimos años después de la aparición del COVID 19 se ha convertido en un cultivo de relevancia mundial en el ámbito de la producción agrícola.

Por estas razones es importante que debemos dar relevancia para la realización de estudios que vayan a contribuir a los ingresos familiares, además que aún no se tiene estudios en cuanto a sistemas de métodos de reproducción debido a la falta de conocimiento, materiales genéticos certificadas, recursos económicos, conocimiento en el manejo técnico del cultivo y sus métodos de reproducción y la deficiente impulso por parte de las instituciones gubernamentales y privadas, al mismo tiempo el extractivismo de castaña. Asia, Caza y Pesca la gran mayoría de las familias viven de estos recursos y otros son aspecto por el cual el agricultor no realiza estas actividades de producción, son factores que contribuyen al sector no tener consolidado un sistema eficientes y adecuado de producción de este rubro para la zona por esta razones que actualmente en gran parte del consumo de limón en Pando es proveniente del vecino país como Perú, Brasil y Los Yungas de Bolivia, que incrementan el costo del limón y la tendencia a que a futuro sean plantas frutales que por factores del cambio climático estas desaparezcan por los cambios en el comportamiento y susceptibilidad a enfermedades.

2.1. Formulación del problema

¿En qué medida favorecen los abonos orgánicos, en el periodo de aceleración de crecimiento de la raíz en la reproducción asexual del limón con el método acodo aéreo en la Comunidad de Puerto Rico de la gestión 2023?

III. JUSTIFICACION

En Bolivia, el consumo de limón es muy difundido por ser una planta de gran utilidad en la vida de las personas, en el uso tradiciones gastronómica y de bebidas que fortalecen la salud por sus propiedades energéticas y de aplicación múltiple en el consumo en los pueblos Amazónicos del Departamento de Pando es una planta considerada de gran valor económico que aún no está siendo explotado por nuestros productores por la falta de conocimiento del manejo del cultivo.

Mediante la Presente investigación se pretende incentivar a los productores de la zona a producir buscando alternativas de producción o métodos de reproducción asexualmente del limón debido a que el producto tiene un mercado seguro en el país y el extranjero, otro aspecto importante se pretende dar a conocer la reproducción por el método acodo aéreo.

Los Resultados que se obtendrán vendrá a beneficiar a los agricultores e instituciones educativas estatales y privadas como una guía de reproducción del limón de esta manera estamos vinculado a todos a la producción de este rubro, así mismo este documento servirá de información para los agricultores, estudiantes e instituciones que desee continuar con diferentes estudios para cubrir la Seguridad Alimentaria y generar Ingresos económicos en las Familias Productoras de este Cultivo.

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

4.1. Objetivo General

Evaluar en efecto de cinco abonos orgánicos, en la aceleración del enraízamiento con la reproducción asexual del limón con el método acodo aéreo en la Comunidad de Puerto Rico de la gestión 2023.

4.2. Objetivo Especifico

- Determinar el efecto del mejor abono orgánico utilizado en la reproducción asexual por el método acodo aéreo del limón.
- Cuantificar el desarrollo y crecimiento de la raíz en el método acodo aéreo en el limón con la aplicación de los abonos orgánicos

V. HIPOTESIS

5.1. Hipótesis nula

“La aplicación de los tipos de abonos orgánicos no presentan deferencia significativa en el desarrollo de la raíz del acodo aéreo del limón”

Expresado de otra forma, la hipótesis nula planteada nos indica la no diferencia significativa entre tratamientos:

$$\mathbf{H_0: H_1 = H_2}$$

5.2. Hipótesis alternativa

“La aplicación de los tipos de abonos orgánicos determina diferencias significativas en el desarrollo de la raíz del acodo aéreo del limón”

Expresado de otra forma, la hipótesis alternativa señala la diferencia significativa entre tratamientos:

$$\mathbf{H_a: H_1 \neq H_x}$$

Dónde: **H_x** es independiente de **H₁** o de los de más tratamientos

VI. REVISION BIBLIOGRAFICA

6.1. Antecedentes de los cítricos

6.1.1. Origen

El origen de los cítricos se ubica en el sur-este de la India y son introducidos por primera vez en Centroamérica por los religiosos españoles en la Época Colonial. Las primeras plantaciones a nivel comercial fueron establecidas en 1930, especialmente naranjas del tipo: valencia, Washington, y otros cítricos como: mandarinas y limones. (Castillo, 2005).

Según Palacios, (1978); Cameron y Soost, (1987) indican que los cítricos son originarios de una vasta región comprendida por la Conchinchina, el Archipiélago Malayo y partes adyacentes de Asia. Mientras que, Palacios, (1978); Morín, (1985). El conocimiento sobre la utilización de sus frutos, así como el cultivo de los árboles, se extendió desde China e India pasando a través de Persia y Palestina, hasta conocerse en Africa del Norte y Europa, en las áreas adyacentes a la cuenca del Mediterráneo, (Citado en Rojas, 2001).

La sidra, el naranjo agrio y el limonero, estuvieron entre las primeras especies conocidas, y fueron introducidas en Europa alrededor del año 1200 Loussert, (1992). El naranjo dulce es originario de China y estuvo entre las primeras especies citrícolas más difundidas al resto del mundo (Palacios, 1978). Cuando Cristóbal Colón realizó los primeros viajes hacia América, llevó consigo semillas de naranjo dulce. En esa época los cítricos ya se habían distribuido en los países de la cuenca del mediterráneo, sobre todo en España, Italia y Grecia Loussert, (1992). Los portugueses fueron quiénes introdujeron el naranjo dulce en Europa desde la India y China, durante los viajes que realizaban a través del Cabo de Buena Esperanza Palacios, (1978). (Citado en Rojas, 2001).

El cultivo de limón se introdujo en la cuenca mediterránea en el siglo que siguió a la conquista de Asia y el cultivo se extendió a todo levante, al África Septentrional, a Grecia y llegaría a Roma allá por el año 130 de la era cristiana, y fundamentalmente cabe suponer que los romanos lo trajeron al Levante Español. Los conquistadores españoles introdujeron los agrios o los cítricos al continente americano, donde en la actualidad se obtiene más de la mitad de producción mundial, (Castillo, 2005).

6.2. Importancia del limón

La importancia del limón, radica en su valor nutritivo, medicinal y a la cantidad de valiosos productos y subproductos que se obtienen en el proceso de industrialización. El limón tiene propiedades terapéuticas, higiénicas y alimenticias, es la fruta que contiene más vitaminas, especialmente B, C, A, K y P; tiene un poder antiséptico más fuerte, la más oxidante y la más alcalinizante; estimula de un modo especial las funciones del hígado, es diurético y astringente, es un tónico para el organismo y constituye el mejor depurativo. El limón no solamente es el enemigo número uno de los ácidos, sustancias extrañas y microbios patógenos, sino que es, a la vez, el mayor protector contra las enfermedades contagiosas (como la sífilis, el chancro, etc) y el más poderoso remedio contra la mayoría de las enfermedades que azotan a la humanidad. A las propiedades curativas del limón se le atribuye que combate 166 enfermedades, (Castillo, 2005).

6.3. Taxonomía y morfología del limón

6.3.1. Clasificación botánica

Clase:	Dicotiledóneas
Sub-clase:	Arquiclamídeas
Orden:	Geraniales
Sub-orden:	Geraniineas
Familia:	Rutaceae
Sub-familia:	Aurantioideas
Género:	Citrus
Especie:	latifolia
Nombre Científico:	Citrus latifolia Tan.

Nombres comunes en diferentes idiomas:

Español:	Limón Pérsico, Lima común de Persia, Lima de Tahití.
Inglés:	Tahití Lime, Seedles Lime, Persian Lime, Bears Lime.
Francés:	Leme de Perse, Lime de Tahití, Limettier-Limonellenbaum.
Portugués:	Limeria Bearss

6.3.2. Descripción Botánica del limón

El árbol es pequeño con muchas ramas o un arbusto arborescente; alcanza una altura de 6 a 7 metros y un diámetro de 5 a 6 metros. Su tronco es corto y sus ramas crecen en varias direcciones por lo que es necesario realizar poda de formación de manera sistemática. Posee brotes con espinas cortas y muy agudas, (Vanegas, 2002).

- **Raíz:** La raíz es el órgano que se desarrolla primeramente una vez que el embrión ha germinado, posteriormente se ramifica en ocasiones subsecuentes convirtiéndose en un órgano más complejo. La raíz principal da lugar a raíces secundarias, terciarias, la raíz es vertical con formaciones longitudinales espesas y duras, tienen color extremo blancuzco o tiende al pardo. Al desarrollarse las nuevas raíces la raíz principal como las primarias se van suberificando perdiendo sus pelos absorbentes, entonces desaparece la función de absorción y se convierte en órganos de sostén y conducción. (Sequera, 2000).
- **Hojas:** Son oblongas-ovales o elípticas-ovales, de 2.5 a 9 centímetros de largo, 1.5 – 5.5 centímetros de ancho, con la base redondeada, obtusa, el ápice ligeramente recortado, los márgenes un tanto crenuladas y una característica fragancia a limón cuando se les tritura; los pecíolos son alados en forma notoria, pero angostos y espatulados. (Vanegas, 2002).
- **Inflorescencia:** Las flores fragantes son portadas en inflorescencias axilares de 1 a 7 flores. Cuando están plenamente expandidas, las flores son de 1.5 a 2.5 centímetros de diámetro con lóbulos del cáliz y pétalos de color blanco amarillento, estos últimos teñidos de morado a lo largo de sus márgenes. Las yemas son blancas en el interior y pequeñas. (Vanegas, 2002).
- **El fruto:** Tiene forma oval o de globo, con un ápice ligeramente deprimido, coronados por una cicatriz estilar corta en forma de pezón, tersa y con numerosas glándulas hundidas, de tamaño mediano, con un diámetro ecuatorial que oscila entre 50 y 70 milímetros; la pulpa es verde - amarilla y con ausencia de semillas, es jugosa ácida y fragante. La cáscara presenta una coloración verde, desde tonalidades intensas hasta claras, es delgada, se rompe fácilmente y tiene sabor amargo. El peso promedio del fruto es de 76 gramos. (Vanegas, 2002).
- **Semilla:** Las semillas son de color blanco pajizo, formadas por una protección externa denominada comúnmente tegumento y una más interna constituida por el albumen y el embrión. Los tegumentos son los que envuelven a la semilla, en tanto que la testa o envoltura externa es una estructura generalmente dura y coriácea de color blanco marfil o crema, se encuentra recubierta por un mucilago que la conserva con la humedad necesaria mientras permanece dentro del fruto, (Sequera, 2000).

6.4. Requerimiento nutricional del limón

Los requerimientos macro y micro nutricionales para cultivos de Cítricos (Naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus latifolia*) - lima (*Citrus aurantifolia*) y toronjas (*Citrus paradisi*) se indican en la tabla 1 y 2, (Yara Bolivia, 2022).

Tabla 1 Remoción de macronutrientes en el fruto (kg/t)

	N	P₂O₅ (=P)	K₂O (=K)	MgO (=Mg)	CaO (=Ca)	S
Naranja	1773	506 (223)	3194 (2651)	367 (220)	1009 (726)	142
Mandarina	1532	376 (165)	2465 (2046)	184 (110)	706 (508)	111
Limón y Lima	1638	366 (161)	2086 (1772)	209 (125)	658 (473)	74
Toronja/Pomelo	1058	298 (131)	2422 (2010)	183 (110)	573 (413)	90

El calcio es el tercer nutriente en cuanto a consumo. Es importante anotar el nivel de nutrientes removidos por el fruto. Las cantidades varían significativamente entre tipos de cítricos como se puede ver en la tabla.

Tabla 2 Remoción de micronutrientes en el fruto

	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Naranja	3.0	0.8	1.4	0.6	2.8
Mandarina	2.6	0.4	0.8	0.6	1.3
Limon y Lima	2.1	0.4	0.7	0.3	0.5
Toronja/Pomelo	3.0	0.4	0.7	0.5	1.6

El hierro, el zinc, el manganeso y el boro son los micronutrientes que se requieren en cantidades mayores para asegurar que el crecimiento y la calidad no se limitan.

6.5. Generalidades de la propagación asexual

La propagación de plantas de manera asexual, ha sido ampliamente reconocida como una práctica fundamental en el campo de las ciencias agrícolas, ya que de la calidad de la semilla botánica o material vegetativo que se utilice, va a depender el resto del proceso productivo. muchas especies hortofrutícolas, ornamentales y forestales, presentan en su propagación ciertas características y problemas peculiares lo cual hace necesario que se sigan tratamientos, pasos y métodos especiales en su producción. (CEDAF (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc), 2015).

Existen plantas que no producen semillas y es imprescindible la utilización de métodos asexuales para su perpetuación. A través de estos métodos de propagación podemos generar clones y así poder tener variedades con un alta valor genético, por la capacidad de regeneración de tallos y raíces que tienen las porciones vegetativas utilizadas. (CEDAF 2015).

Un clon es un organismo o grupo de organismos que derivan de otro a través de un proceso de reproducción asexual (no sexual), procedente de una solo planta madre, los miembros de un clon tienen características hereditarias idénticas, es decir sus genes son iguales, con excepción de algunas diferencias a causa de las mutaciones. (CEDAF 2015).

6.6. Importancia de la reproducción asexual

Una reproducción puede ocurrir mediante la formación de raíces y tallos adventicios o por medio de la unión de partes vegetativas o injertos, así como también de la utilización de cultivo In vitro la reproducción asexual, o sea la reproducción utilizando partes vegetativas de una planta original, es posible realizarla porque cada célula vegetal contiene las características genéticas necesarias para crear una nueva planta. (CEDAF 2015).

Asimismo, las estacas y acodos tienen capacidad para formar raíces, pudiendo constituir un nuevo sistema de brotaciones. Las hojas también pueden regenerar tanto raíces como tallos, además, es posible injertar entre sí una nueva raíz y un tallo para formar una sola planta. Es conocido que de una célula individual se pueden iniciar nuevas plantas, sea de forma adventicia en plantas completas o en sistemas de cultivo aséptico. (CEDAF 2015).

6.7. Técnicas de reproducción asexual

- **Esquejes/Estacas** Estaca y esqueje son unidades reproductoras que se obtienen separando de la planta madre un segmento que contenga zonas meristemáticas (nudos y entrenudos) Pueden obtenerse de tallos, de hojas o raíces, que colocadas en condiciones favorables son capaces de formar un nuevo individuo con caracteres iguales a la planta madre (Barceló et al., 2001).

Figura 1 Tipos de esquejes y estacas. a. Esquejes de planta herbácea (hojas); b. Estacas y esquejes de tallo; c. Esquejes leñosos



Fuente: Osuna, Osuna, Fierro 2016

Según Hartmann, (1997). Indica que los procesos regenerativos las raíces desarrolladas a partir de un fragmento de tallo, hoja o tejido de yema se denominan raíces adventicias. Para lograr esto, un grupo de células en desarrollo (meristemas), normalmente cercanas al del tejido vascular (que transporta la savia), se diferencian en una serie de raíces iniciales (células

radicales), que formarán yemas radicales y posteriormente raíces adventicias, reciben el nombre de raíces “inducidas” o “de herida” porque, en la mayoría de los casos, sólo se dan si la planta ha resultado dañada en algún punto, por ejemplo, si ha recibido un corte en el tallo. En plantas herbáceas, las raíces adventicias se originan justamente afuera y entre los haces vasculares, pero los tejidos implicados en el sitio de origen varían bastante, según la especie. En plantas leñosas perennes, en las cuales hay una capa o más de floema y xilema secundario, las raíces adventicias de estacas de tallos se originan generalmente en el tejido de la xilema secundario joven, pero a veces lo hacen de otros tejidos como son los radios vasculares, el cambium, el floema, las lenticelas o la médula, (Citado en Osuna, Osuna, & Fierro, 2016).

- **Acodos** Un acodo es una parte que se busca enraizar mientras está aún adherida al ortet, del cual se separa una vez que se constata la presencia del sistema radicular. Es bastante utilizado en coníferas, pero muy limitado en latifoliadas. Generalmente, se seleccionan ramas muy vigorosas, dejando el follaje entre la parte acodada y la parte terminal de la misma, por lo que al lograrse el enraizamiento ya disponemos de una planta con su parte aérea desarrollada. Los factores que afectan el enraizamiento de acodos son similares a los de las estacas, discutidos anteriormente. (Osuna, et. al, 2016).

La diferencia principal con la técnica de estacado es que en el acodo la parte a enraizar no se separa de la planta madre hasta que desarrolla sus propias raíces y mientras tanto se sigue nutriendo a través de los haces vasculares de la planta madre.

Esta técnica tiene dos variantes acodo terrestre y acodo aéreo

Figura 2 Método de reproducción acodo aéreo



Fuente: Osuna, Osuna, Fierro 2016

Se requiere de herramientas que facilitan el desarrollo de esta técnica, principalmente navajas para acodo.

Figura 3 Herramientas útiles para realizar el acodo



Fuente: Osuna, Osuna, Fierro 2016

6.8. Multiplicación por acodo aéreo Instrucciones

- Escoge una rama que ya tenga la forma de un arbolito y quítale un anillo de corteza de un centímetro de ancho, aproximadamente a 1cm del nudo de crecimiento.
- Impregna con hormona de enraizamiento comercial RADIX en concentración de 1500 ppm de AIB (polvo) o 3000 ppm de AIB (líquido).

- Mezcla los sustratos en una relación 1:1 la turba y la fibra de coco, se deberá mezclarlo mojándolo con una solución de RAIZAL en 1.5 gr/L, es importante mencionar que esta solución contiene nutrientes y 400 ppm de fitohormonas. Una vez mezclados esta mezcla se coloca en un trozo de polietileno negro de 40 × 40 cm.
- El sustrato mojado y colocado en el trozo de plástico negro, se coloca rodeando la ramita donde realizó el anillado y con la curda o rafia se deberá atar 10 cm abajo y 10 cm arriba del corte. Etiquetar el acodo con la fecha de realización y nombre del realizador del acodo y otros datos necesarios (concentración de auxina, por ejemplo).
- Regar, inyectando una solución nutritiva de RAIZAL 400 (1.5-2 g/L), una vez cada semana durante el tiempo que sea necesario (3 a 4 meses dependiendo de la especie).
- Revisar los acodos periódicamente, una vez al mes, si los acodos ya están enraizados, se procede a cortarlos de la planta madre.
- Para separarlos de la planta madre cortar por debajo de las raíces emitidas, utilizando tijeras de podar tipo cizalla, estos se deberán trasplantar a una maceta, tras quitarles la bolsa de plástico con mucho cuidado de no romper el cepellón de tierra y raíces. Es recomendable sumergir la masa radical formada en agua durante 30 minutos antes de su trasplante al sustrato correspondiente, (Osuna, et. al, 2016).

6.9. Ventajas de la reproducción vegetativa

La propagación vegetativa ha adquirido gran importancia, comprende un variado conjunto de técnicas que permiten multiplicación de numerosas especies de interés agronómico. Algunos de sus objetivos son: (Osuna, et. al, 2016).

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo ambiente.
- Preservar genotipos y complejos genéticos en bancos clonales.
- Acortar los ciclos reproductivos para acelerar los procesos de cruzamiento y prueba.

- Conservar genotipos superiores que determinan características genéticas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, tolerancia a condiciones extremas de humedad).

6.10. Importancia de los abonos orgánicos

La incorporación de materia orgánica al suelo, mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas (como la estructura y permeabilidad, la capacidad de retención de agua) forma agregados más estables, y da capacidad de intercambio catiónico, facilitando la absorción de nutrimentos por la raíz, estimulando el desarrollo de la planta; en suelos arenosos mejora la cohesión de las partículas, la microflora nativa de la composta ayuda a controlar patógenos del suelo.

6.11. ¿Qué es un abono orgánico?

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de descomposición en presencia de oxígeno (aeróbica) y control de temperatura de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, que existen en los residuos, bajo condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables. (Estrada, 2010).

Materia orgánica del suelo, se considera que la materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. (Roman, Martinez, & Pantoja, 2013).

6.12. Tipos de abonos orgánicos

Son varios los tipos de abonos orgánicos que podemos utilizar en la producción orgánica: algunos ejemplos son el compost, bokashi*, los bio fermentos**, y los abonos verdes, en todos los preparados la acción de los microorganismos es indispensable para su preparación y funcionamiento. Lo interesante del caso es que el uso de los abonos orgánicos no es una práctica tecnológica nueva, por el contrario, tiene su origen desde que nació la agricultura, nuestros abuelos y generaciones anteriores las usaban pues era lo único que existía. (Estrada, 2010).

6.12.1. El estiércol

Tanto el estiércol como los purines son una mezcla de las heces de los animales con los orines y la cama. El estiércol es aquel material que puede ser manejado y almacenado como sólido, mientras que los purines lo son como líquidos. El estiércol además de contener heces y orines puede estar compuesto por otros muchos elementos, como son las camas, generalmente paja, pero también a veces contiene serrín, virutas de madera, papel de periódico o productos químicos, también suele incluir restos de los alimentos del ganado, así como agua 3 procedente de los bebederos, de la limpieza de los establos o de Lluvia, y todo tipo de materiales que puedan entrar en un establo. (Iglesias, 1995).

6.12.2. Para que se utiliza

Son dos las utilidades que tiene el estiércol al aplicarlo sobre el terreno:

Por un lado, aporta materia orgánica al suelo. El nivel de materia orgánica presente en el suelo se recomienda que sea de al menos un 2 por 100, por lo tanto, la utilización de estiércol puede ser muy importante en aquellas zonas de suelos degradados y para usos de

maceta El aporte de materia orgánica supone una mejora de la estructura del suelo, así como aumenta la capacidad de retención de agua

6.12.3. Producción del estiércol

Son muy variados los factores que influyen en la cantidad producida y en el contenido de nutrientes del estiércol, pero entre ellos podemos destacar:

- **Tipo de ganado.** Tanto la cantidad como los nutrientes presentes en el estiércol varían tanto con la especie como dentro de ésta con el tipo de ganado.
- **Alimentación.** La dieta que se suministra al ganado depende tanto del tipo de ganado como del destino del animal. La dieta no es igual para un animal destinado al engorde que para un animal que está en crecimiento para reposición; esto hace que varíe tanto la cantidad de estiércol producido como el contenido en nitrógeno, fósforo y potasio.
- **Condiciones ambientales.** Hay que considerar factores tales como la adición de agua bien de lluvia o de limpieza, si se compacta o no y si contiene desperdicios.
- **Duración y condiciones de almacenado.** El almacenamiento es básico, sobre todo para evitar las posibles pérdidas de nutrientes. El estiércol, desde que se produce hasta que es utilizado, puede sufrir una serie de pérdidas en el contenido de nutrientes vegetales, que se pueden clasificar en tres tipos:
 - **Pérdidas gaseosas.** El estiércol contiene elementos que pueden volatilizarse y que si no se almacena de una forma adecuada se pierden. Estas pérdidas pueden suponer un 10 por 100 del nitrógeno.
 - **Perdidas por lavado.** El estiércol suele almacenarse al aire libre y, por lo tanto, al llover, el agua puede arrastrar los componentes nutritivos.

Por esta vía se puede perder un 20 por 100 del nitrógeno, un 5 por 100 del fósforo y más del 35 por 100 del potasio.

- **Pérdidas por filtración.** Estas pérdidas se producen cuando los líquidos del interior de la pila de estiércol pasan al suelo. Para que no se produzcan estas pérdidas, se sugiere que el estiércol se almacene sobre una superficie de hormigón, que se compacte y que se cubra para evitar el lavado por la lluvia.

6.12.4. Composición del estiércol

Según Thompson, (1982). Menciona que la composición del estiércol es muy variable porque depende de muchos factores, tales como la especie y edad del ganado, el uso de camas, la inclusión o separación del excremento líquido y la magnitud de los procesos de descomposición y lavado que hayan tenido lugar durante el almacenamiento. El estiércol es un fertilizante que aporta sobre todo nitrógeno y potasio, la liberación de estos nutrientes ocurre con mayor rapidez cuando el suelo proporciona condiciones de calor y humedad adecuadas para la descomposición microbiana. (Citado en Patzi, 2010).

6.12.5. Tierra negra

La tierra negra es muy fértil y esto representa una anomalía respecto a los suelos relativamente estériles de la Selva Amazónica. Mientras que los suelos amazónicos normales requieren periodos de barbecho de entre 8 y 10 años, con la tierra negra pueden bastar 6 meses de descanso para que la tierra se recupere. Se conoce al menos un caso en el que un suelo de este tipo ha estado en cultivo continuo durante más de 40 años sin aporte externo de fertilizantes. Aunque no existe una definición universalmente aceptada, toda tierra negra tiene cuatro características básicas: (Patzi, 2010).

- **Color oscuro;** alto contenido en carbón vegetal; alta fertilidad y origen humano. Para clasificarlas se han propuesto dos grandes familias: la tierra negra propiamente dicha, muy oscura y con gran contenido de cerámica y restos animales.
- **La tierra mulata, de color más pardo,** con menos restos de origen humano y que normalmente se extiende sobre grandes superficies alrededor de la parcela de tierra negra.

VII. MATERIALES Y METODOS.

7.1. Ubicación de la investigación

Puerto Rico forma parte de la provincia de Manuripi, y de la cual se encuentra en la parte central de dicha provincia, en el extremo norte de Bolivia. Este municipio consta con 49 comunidades, de ellas la vía de acceso es 43 por tierra y 16 por río. Tiene una superficie territorial de 4.574 km², una población estimada de 4.739 habitantes y una densidad poblacional de 1.0 hab./km².

El municipio de Puerto Rico tiene altitud aproximada de 205 metros sobre el nivel del mar. El municipio limita al norte con el municipio de Bella Flor, al sur por el municipio de Sena, al este por el municipio de Santa Rosa del Abuná, y al oeste por el municipio de Filadelfia

Latitud y Longitud

Geográficamente está comprendida entre las coordenadas 11° 06` 12” longitud Sur y de 67° 33` 17. Longitud Oeste.

7.2. Materiales

- **Material genético e insumos**

Detalle	Unidad	Cantidad
Plantas madres de Limón	Planta	2
Abono de aserrín.	Kg	6
Abono de Gallinaza 50% y Tierra vegetal 50%	Kg.	6
Abono de Tierra vegetal	Kg.	6
Abono descompuesto estiércol de vacuno	Kg.	6
Abonos descompuestos de troncas	Kg.	6

- **Materiales de campo**

Detalle	Unidad	Cantidad
Barbante de colores	Trenza	3
Bolsa plástica transparente	Paquete	1
Bolsa Negra	Paquete	0.5
Tijera de podar	Pieza	1
Vades	Pieza	1
Pinturas color blanco	Lts	1
Tinta para impresora	Pieza	1
Machetes	Pieza	1
Balanza de precisión	Equipo	1
Tableros de campo	Pieza	2
Balde de 10 Litros	Pieza	2

- **Materiales de gabinete**

Detalle	Unidad	Cantidad
Dispositivo Móvil	Equipo	1
Computadora	Equipo	1
Impresora a color	Equipo	1
Memoria USB	Pieza	1
Hojas de papel Bonn Tamaño carta	Paquete	2
Lapiceros de color rojo y azul	Pieza	4
Cuadernos de 50 Hojas espiral	Pieza	1

7.3. Métodos

7.3.1. Tipo de investigación

El tipo de la investigación según su manipulación de variables y la finalidad reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, explicativa y experimental.

7.3.2. Método de Investigación

En esta investigación se empleará el método experimental para poder evaluar y la cuantificación del manejo de reproducción asexual del cultivo de limón, están constituidas por las siguientes etapas:

- Caracterización de la planta madre elite
- Preparación de la planta madre
- Planta como unidad experimental
- Preparación de las ramas del limón
- anillado
- preparado del acodo aéreo con los distintos abonos
- Riego por jeringa

Técnicas a emplearse en el estudio será de recolección de datos del proceso de evolución del desarrollo del acodo aéreo en las plantas elites de limón.

Los **instrumentos** a utilizar serán planillas de datos para obtener la información de los registros y observación cada 25 días durante el tiempo de desarrollo de la raíz

Análisis de la información recolectada

7.3.3. Diseño de Investigación

Se realizará el diseño de bloques al azar (DBA) con cinco repeticiones y cinco tratamientos. Para el análisis estadístico de las variables en evaluación, se presenta el modelo lineal aditivo será el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Media general

α_i = Efecto de los tratamientos

β_j = Efecto de los bloques

ϵ_{ij} = Efecto de la aleatorización

7.3.4. Análisis estadístico y pruebas de significancia

A los resultados que se obtendrán en campo se les aplicara un análisis de varianza simple y análisis de efecto entre factores para las variables seleccionadas y en aquellas que se obtuvo significancia se realizara la comparación de medias según la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%; de significancia.

7.4. Área de campo experimental

Las especificaciones del área experimental son las siguientes:

- **De los tratamientos**

TRATAMIENTO	DOS REPETICIONES	APLICACIONES DE ABONOS
T1		Aplicación de estiércol descompuesto de vacuno 250 gr.
T2		Aplicación de abono descompuesto de troncas 250 gr.
T3		Aplicación de tierra vegetal 250 gr.
T4		Aplicación de Gallinaza 50% y tierra negra 50 % de 250 gr.
T5		Aplicación de abono de aserrín 250 gr

- **Aleatorización de los tratamientos**

Nº ORDEN	TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
		R1	R2	R3	R4	R5
1	T1	T1	T2	T5	T1	T3
2	T2	T4	T5	T2	T5	T5
3	T3	T3	T4	T3	T2	T1
4	T4	T2	T1	T4	T3	T4
5	T5	T5	T3	T1	T4	T2

- **Población experimental**

Para la presente investigación la población se constituirá por toda el área experimental de 25 Unidades de acodos aéreos en limón

- **Muestra experimental**

La muestra experimental será no probabilística porque se podrá seleccionar de acuerdo al investigador y se utilizará manipulará todas las muestras del estudio basadas en un juicio subjetivo en lugar de hacer la selección al azar.

7.5. Procedimiento del estudio experimental

- **Del material genético**

El material Genético es procedente del Departamento de La Paz, Sud Yungas zona de palos Blancos son especies que han introducidos los proyectos de desarrollo como CARITAS, CIPCA y otros como alternativa de producción para las familias a escala menores debido a esto no existe muchas plantas en el Departamento.

Sin embargo, se realizó la investigación en las dependencias del Ing. Wilfredo Montaña Teco donde se tiene plantas elites de limón variedad Taiti con características promisorios en cuanto a rendimiento y ramificación, cuenta con tres años de producción.

- **De la preparación y limpieza de las plantas**

Para la preparación de las plantas madres se realizó la eliminación de todos las partes necrosadas y ramas muertas hasta que se tenga una conformación morfológica con características de una planta elite para la investigación, esta limpieza de ramas se realizó al inicio de la investigación y a los 15 días después del acodado como segunda limpieza de la planta elite.

- **De la preparación y selección de ramas laterales de la planta madre**

Una vez ubicado las plantas madre se realizó la selección de las ramas laterales que tenga un diámetro entre 1 y 1,5 cm de diámetro para todos los tratamientos de las Unidades experimentales.

- **Preparación del acodo aéreo**

En cada rama lateral del cultivo y por tratamiento se tendrá un anillado e identificado con barbantes de diferentes colores, para diferenciar los tratamientos.

Se procedió a elaborar los acodos aéreos en 25 acodos con 5 tratamientos con diferentes abonos orgánicos en dos plantas haciendo un total de 25 unidades de acodos en las plantas madres elites.

Cada tratamiento tendrá las variables de estudio que son:

1. Aplicación de estiércol descompuesto de vacuno 250 gr.
2. Aplicación de abono descompuesto de troncas 250 gr.
3. Aplicación de tierra vegetal 250 gr.
4. Aplicación de Gallinaza 50% y tierra negra 50 % de 250 gr
5. Aplicación de abono de aserrín 250 gr

- **Corte del acodo a la finalización del enraizamiento**

El corte se realizó a los 1 a 2 cm después del anillado en todos los acodos teniendo en cuenta la cantidad de raíces que presentaba los acodos, al mismo tiempo se realizó la preparación de una solución de ceniza y Agua para la desinfección de los cortes de los acodos y la planta madre.

Para posteriormente realizar las mediciones y toma de datos para la investigación, seguidamente se los realizo la plantación en macetas con sustrato orgánico

7.6. Evaluación y toma de datos del estudio

Se tomarán datos de los siguientes aspectos:

- **Numero de raíces**

Se realizó el conteo del número de raíces a la conclusión del estudio por cada tratamiento a los 90 días del desarrollo del acodo para evaluar y determina cuál de los abonos aplicados tuvieron mejores resultados.

- **Volumen de las raíces**

Se realizado el cálculo del volumen de las raíces aplicando el principio de Arquímedes donde afirma que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical del fluido desalojado.

El fluido empujado hacia arriba se calculó aplicando la fórmula del volumen de un cilindro (Recipiente cilíndrico), para la toma de datos de volumen de las raíces y calcular el promedio.

- **Riego**

Se realizó el riego mediante jeringa hipodérmica de 20 ml de plástico un total de 4 veces durante el tiempo de enraizamiento del acodo con una frecuencia de 20 días.

- **Toma de datos en registros**

Se utilizaron registros de toma de datos para cada variable según las características del estudio por tanto estos formularios serán presentados en anexos para su revisión del proceso de investigación.

VIII. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

Los resultados presentados en la siguiente investigación obtenidos se presentan de la siguiente forma: en principio se indican, la presentación de las variables de respuesta, explicando los resultados de los análisis de varianza, paralelamente se indican los promedios y la prueba Tuckey.

Tabla 3 *Análisis de Varianza, Promedio volumen de raíces (m³) de los acodos aéreos del Limón (Citrus latifolia) Evaluados al final de la investigación*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	Fα(0,05)	
Repeticiones	3,60	4	0,90	0,17	<	3,01
Tratamientos	25,88	4	6,47	1,20	<	3,01
Error	86,21	16	5,39			
Total	115,69	24				0

NS (No significativo) ni en repeticiones ni tratamientos

Coefficiente de variación (C.V.) = 77.85%

Desviación estándar = 3.46

Analizando la Tabla 3 se observa que el ANVA de la variable volumen de raíces por acodo aéreo en el limón puede verificar que no hay diferencia estadística significativa para tratamientos, y repeticiones donde la desviación estándar es de 3.46 indicándonos que los datos estas cercanas mientras que el coeficiente de variación es de 77.85% que indica que no hay confianza experimental de los resultados obtenidos en este estudio a la probabilidad de significancia del 0.05%.

El desarrollo de las raíces no está determinado por el uso de abonos orgánicos, de alguna manera existe el desarrollo de las raíces de forma natural con abono testigo, por tanto, el uso de abonos mejorados es significativamente en el desarrollo de las raíces del limón.

Tabla 4 Diferencia de promedios de volumen de raíces del limón de los tratamientos

T2 - T4	4,52	3,62	0,90	<	3,11	b	(No significativo)
T2 - T1	4,52	2,99	1,53	<	3,11	b	(No significativo)
T2 - T3	4,52	1,89	2,63	<	3,11	b	(No significativo)
T4 - T1	3,62	2,99	0,63	<	3,11	b	(No significativo)
T1 - T3	2,99	1,89	1,10	<	3,79	b	(No significativo)
T1 - T5	2,99	1,89	1,10	<	4,20	b	(No significativo)

Tabla 5 Prueba de TUKEY promedio de numero de volumen de raíces (m3) de los acodos aéreos del limón (*Citrus limón*) Evaluados al final de la investigación.

Nº	Tratamientos	Promedio volumen de raíz (cm ³)	Significancia
1	T2	4,52	b
2	T4	3,62	b
3	T1	2,99	b
4	T3	1,89	b
5	T5	1,89	b

La Tabla 5, Nos muestra que los promedios están formando por un grupo estadísticamente homogéneo (b) entre sí, donde T2 (Abono descompuesta de troncas) alcanzo a un promedio de volumen de raíces de 4.52 (cm³), tuvo el mayor promedio en volumen con respecto a los demás tratamientos, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, donde T4 (Gallinaza + tierra negra), ocupó el segundo lugar con 3.62 (cm³) de volumen, T1 con (Estiércol descompuesto de vacuno) con un total de 2.99 (cm³) de volumen, T3 con (Tierra vegetal) con un total de 1.89 (cm³) de volumen, y por último tanto en T5 con (Abono de aserrín) un total de 1.89 (cm³) de volumen.

Figura 4 Promedio del volumen de raíces (cm³) de los acodos aéreos del limón (*Citrus limón*), evaluados al final de la investigación.

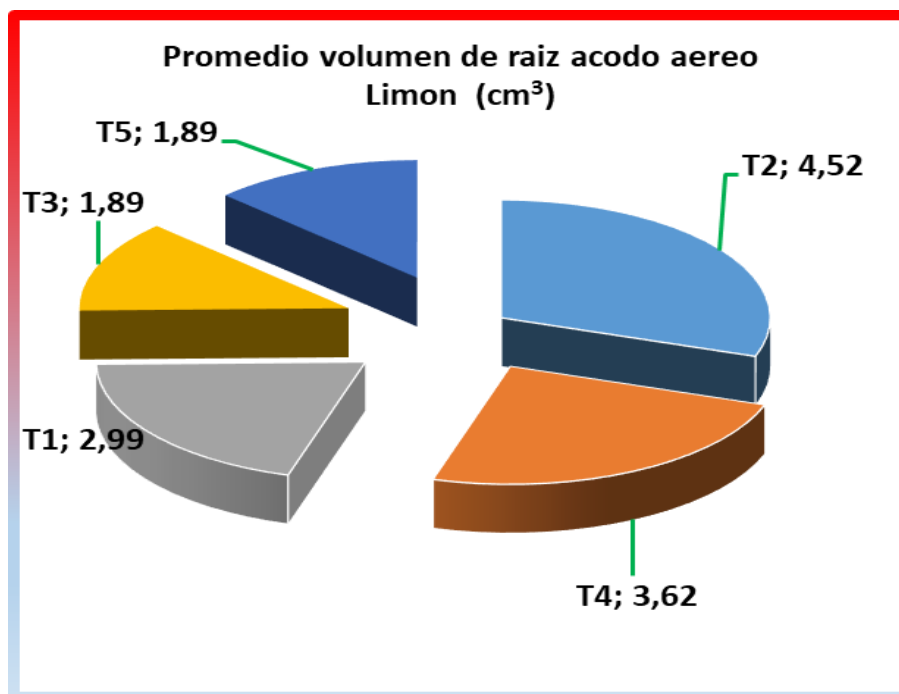


Tabla 6 Análisis de Varianza, Promedio de número de raíces (cantidad) de los acodos aéreos de limón (*Citrus limón*) Evaluados al final de la investigación.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	FC	F $\alpha(0,05)$
Repeticiones	248,4	4	62,1	0,33	< 3,01
Tratamientos	11427,2	4	2856,8	15,06	> 3,01
Error	3034,4	16	189,65		
Total	14710,0	24			0

AS (Altamente significativo en tratamientos) NS no significativo en repeticiones

Coefficiente de variación C.V. = 36.05%

Desviación estándar = 66.41

Analizando la Tabla 5 se observa que el ANVA de la variable número de raíces por acodo aéreo en el limón puede verificar que no hay diferencia estadística significativa para repeticiones, y para tratamientos es altamente significativo demostrándonos que el desarrollo de las raíces depende mucho del tipo de abono a utilizarse, donde la desviación estándar es de 66.41 indicándonos que los datos estas alejadas entre variables, mientras que el coeficiente de variación es de 36.05% que indica que hay confianza experimental de los resultados obtenidos en este estudio a la probabilidad de significancia del 0.05% de la tabla de Fisher.

Tabla 7 Diferencia de promedios de volumen de raíces del limón de los tratamientos

T1 - T3	65,60	55,20	10,40	<	18,48	b	(No significativo)
T1 - T4	65,60	43,20	22,40	>	18,48	*	a (Significativo)
T3 - T4	55,20	43,20	12,00	<	22,48	b	(No significativo)
T3 - T5	55,20	14,00	41,20	>	24,94	*	a (Significativo)
T3 - T2	55,20	13,00	42,20	<	22,48	a	(Significativo)
T4 - T5	43,20	14,00	29,20	>	24,94	*	b (No significativo)
T4 - T2	43,20	13,00	30,20	>	24,94	*	a (Significativo)

Tabla 8 Prueba de TUKEY promedio de numero de raíces (unidades) de los acodos aéreos de la mandarina (*Citrus reticulata*) Evaluados al final de la investigación.

Nº	Tratamientos	Promedio número de raíz	Significancia
1	T1	65,60	a
2	T3	55,20	a
3	T4	43,20	a
4	T5	14,00	b
5	T2	13,00	b

La Tabla 8, Nos muestra que los promedios del número de raíces, están formando por un grupo estadísticamente homogéneo heterogéneo (a y b) entre sí, donde T1 con (Estiércol

descompuesto de vacuno) con un total de 65.60 (Cantidad) de raíces siendo el superior estadísticamente entre los demás tratamientos, donde T2 (Abono descompuesta de troncas) alcanzo a un promedio de volumen de raíces de 4.52 (cm³), tuvo el mayor promedio en volumen con respecto a los demás tratamientos, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, donde T3 con (Tierra vegetal)ocupo el segundo lugar con un total de 55.20 número de raíces, T4 (Gallinaza + tierra negra), ocupo el tercer lugar con 43.20 número de raíces, T5 con (Abono de aserrín) un total de 14.00 número de raíces, por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Figura 5 Promedio del Número de raíces (Cantidad) de los acodos aéreos del limón (*Citrus latifolia*), evaluados al final de la investigación.

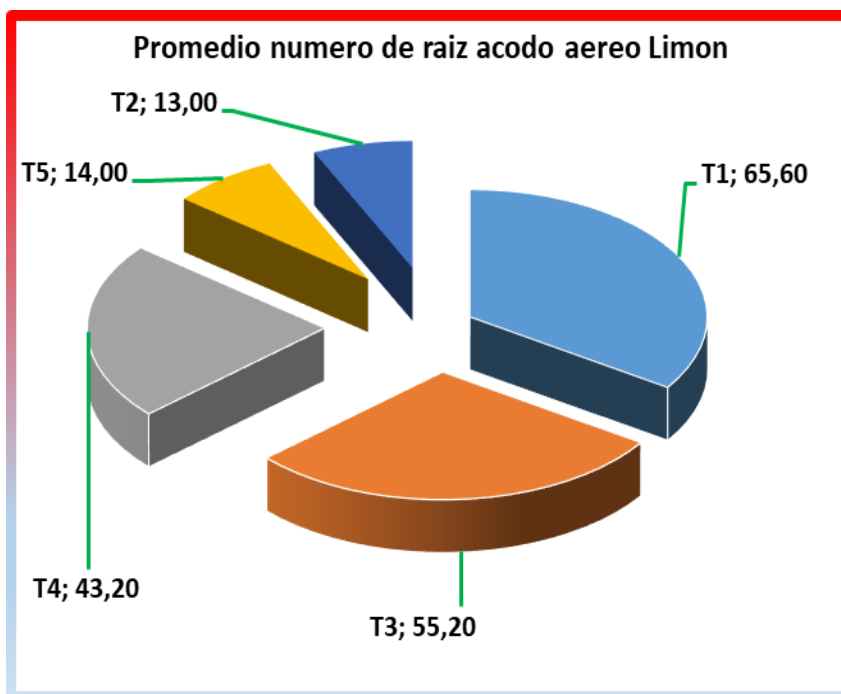
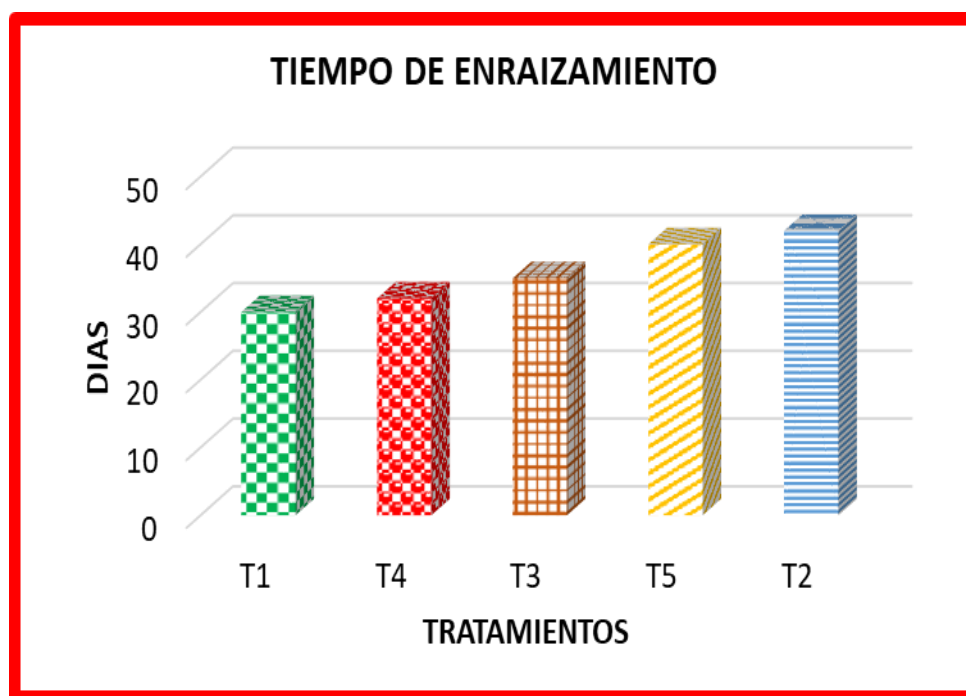


Tabla 9 Tiempo de enraizamiento (días) de los acodos aéreos según tratamientos del limón Variedad Taiti.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE ENRAIZAMIENTO (Días)	TIPO DE ABONO	FECHA
T1	30	Estiércol descompuesto de vacuno	4 de Julio 2023
T4	32	Gallinaza 50% y Tierra negra 50%	6 de Julio 2023
T3	35	Tierra vegetal	9 de Julio 2023
T5	40	Abono de Aserrín	14 de Julio 2023
T2	42	Abono descompuesta de troncos	16 de Julio 2023

Figura 6 Tiempo de enraizamiento del limón en los diferentes tratamientos y diferentes uso de abono orgánicos



IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Tabla 8, Nos muestra que los promedios del número de raíces, están formando por un grupo estadísticamente homogéneo heterogéneo (a y b) entre sí, donde T1 con (Estiércol descompuesto de vacuno) con un total de 65.60 (Cantidad) de raíces siendo el superior estadísticamente entre los demás tratamientos, donde T2 (Abono descompuesta de troncas) alcanzo a un promedio de volumen de raíces de 4.52 (cm³), tuvo el mayor promedio en volumen con respecto a los demás tratamientos, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, donde T3 con (Tierra vegetal)ocupo el segundo lugar con un total de 55.20 número de raíces, T4 (Gallinaza + tierra negra), ocupó el tercer lugar con 43.20 número de raíces, T5 con (Abono de aserrín) un total de 14.00 número de raíces, por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

En concordancia con Ramirez, (2001), citado por Sanchez, et. al. (2009) menciona que, para estimular el enraizamiento de los acodos, existen diferentes tratamientos aplicados al tallo, entre otros la realización de heridas, estrangulamiento o la eliminación de un anillo de la corteza de las ramas (anillado). Con la utilización de estas técnicas se produce la interrupción de la traslocación acrópeta y basípeta de los compuestos orgánicos, carbohidratos, auxinas y otros factores del crecimiento, que se mueven a través del floema, lo cual favorece el enrizamiento de la rama que se encuentra unida a la planta.

Contrastando con el autor Albany et al. (1995), los cuales reportaron en plantas de guayabo de 5 años de edad un 100% de AE en ramas lignificadas, utilizando como sustrato una mezcla 3:1 de abono de río y espuma fenólica. En este sentido, es importante destacar que el hecho de utilizar en esta investigación ramas semileñosas en activo crecimiento, pudo haber influenciado el enraizamiento de los acodos obtenidos.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

El Cítrico o limón (*Citrus latifolia*) es una de las especies de mayor adaptabilidad y resistente con mejor comportamiento en la amazonia por tanto los resultados logrados con el uso de abonos orgánicos en el número de raicé, los promedios están formando por un grupo estadísticamente homogéneo heterogéneo (a y b) entre sí, donde T1 con (Estiércol descompuesto de vacuno) con un total de 65.60 (Cantidad) de raíces siendo el superior estadísticamente entre los demás tratamientos

En cuanto al volumen de las raíces no muestra promedios, formados por un grupo estadísticamente homogéneo (b) entre sí, donde T2 (Abono descompuesta de troncas) alcanzo a un promedio de volumen de raíces de 4.52 (cm³), superior a los demás tratamientos.

Otro aspecto de mayor relevancia es que se tiene el efecto de enraizamiento más corto en el tiempo del acodo fue con el Abono de estiércol descompuesto de vacuno que alcanzo en la emisión de las primeras raíces a los 30 días después de realizar el acodo observando una buena respuesta como material para aplicar con efectividad en los acodos aéreos.

10.2. Recomendaciones

Dadas las circunstancias de alcance de esta investigación se pueden dar las siguientes recomendaciones:

Según la observación al proceso de enraizamiento se debe realizar investigaciones ya que las variaciones entre especies tienen mucha influencia en el tipo de enraizamiento, por tanto, las aplicaciones de enraizantes deben ser estudiadas esto con fines de producción y comercialización para garantizar un nivel de enraizamiento adecuados para el fructificación.

Tener cuidados en el manipuleo de los acodos en los periodos de revisión, movimientos fuertes podrían disminuir la cantidad de raíces y provocar mortandad lo que llevara más tiempo en el enraizamiento de los cítricos.

XI. BIBLIOGRAFIA

- Albany, N., Vilches, J., Gadea, J., Vilora, Z., & Castro, C. (1995). *Propagación asexual de Psidium guajava L., mediante la técnica de acodo aéreo con diferentes reguladores de crecimiento, anillado y sustrato*. Tesis de grado, FACULTAD DE AGRONOMIA UNIVERSIDAD DEL ZULIA.
- Castillo, A. M. (2005). *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización del limón, en el Municipio de el Jicaro, Departamento de el Progreso*. Proyecto de grado, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1452_IN.pdf
- CEDAF (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc). (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. República Dominicana: Santo Domingo. Obtenido de <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- Estrada, N. E. (2010). *Manual técnico agrícola Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost* (Primera edición ed.). Quetzaltenango, Guatemala: ICTA_CIAL. Obtenido de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>
- Iglesias, M. L. (1995). *El estiércol y las prácticas respetuosas con el medio ambiente*. Madrid, INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO, España. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf
- Medina, B. J. (2015). *Producción de frutales y ornamentales*. Tesis de Grado, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO", Ziotacuaro Michoacán - México. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Medina-8/publication/277333432_PRODUCION_DE_FRUTALES_Y_ORNAMENTALES/links/556dda0608aecd7773f6586/PRODUCCION_DE_FRUTALES_Y_ORNAMENTALES.pdf

- Osuna, F. H., Osuna, F. A., & Fierro, A. A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores* (Primera edición ed.). Mexico, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Obtenido de https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Palaguaray, C. M. (2015). *Propagación vegetativa del maracuya (Passiflora edulis) mediante acodo aéreo en el canto quevedo*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Los Rios - Ecuador Quevedo. Obtenido de <http://repositorio,uteq.edu.ec/handle/43000/2379>
- Patzi, C. Y. (2010). *Evaluación de dos especies florales petunia (Petunia híbrida) y pensamiento (Viola sp) en su producción con diferentes tipos de sustrato bajo fertilización foliar en el vivero Municipal de Aranjuez de la Ciudad de la PAz*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA, La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10115/T-1473.pdf?sequence=1>
- Ramirez, V. C. (2001). *Enraizamiento de ramas de mezquite (Prosopis glandulosa Torr.) a través de acodo aéreo*. UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO, BERMEJILLOS -DURANGO, Mexico. Obtenido de https://chapingo.orex.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=84322&shelfbrowse_itemnumber=162512#shelfbrowser
- Rojas, M. P. (2001). *Establecimiento de una metodología para la micropropagación de patrones tolerantes al virus de la tristeza de los cítricos (VTC)*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD VERACRUZANA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS, Veracruz - Mexico. Obtenido de <https://www.uv.mx/iif/files/2014/10/TESISPaula-version-final-MC.pdf>
- Roma, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago de Chile, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

- Roman, P., Martinez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje de agricultor Experiencia en America latina*. Santiago de Chile, FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Sanchez, A. B., Suarez, E., Gonzales, M. R., & Amaya, Y. (2009). Efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo (*Psidium guajava* L.). *UDO Agrícola*, 9(1). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3293830>
- Sequera, S. I. (2000). *Produccion de limonero (Citrus limon (L) Burn) y sus principales plagas y enfermedades*. Monografía, UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA DIVISION DE AGRONOMIA, Buena Vista, Saktillo, Coahuila _ Mexico. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3707/T11993%20SEQUERA%20SU%C1REZ.%20ISIDRO%20ARTURO%20%20%20MONOG.pdf?sequence=1>
- Vanegas, M. d. (2002). *Guia Tecnica cultivo del limon persico* (Primera edicion ed.). Nueva sab - Salvador, INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA IICA: Maya. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B0217E/B0217E.PDF>
- Velastegui, V. J. (2011). *Multiplicacion vegetativa insutu de canela (Cinnamomun zeylanicum) mediante ormonas enraizadoras en acodos aereos*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2203/1/T-UTEQ-0243.pdf>
- Yara Bolivia. (2022). *Nutricion vegetal CITRICOS*. Obtenido de Resumen nutricional de los citricos: <https://www.yara.bo/nutricion-vegetal/citricos/resumen-nutricional-de-citricos/>

XII. ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de la investigación



Limpieza y poda de la planta madre de limón



Preparación de los cinco sustratos para los acodos de limón



Realización del anillado en la rama del limón



Elaboración de los acodos aéreos en el limón



Plantas madre con acodos aéreos con los diferentes sustratos



Evaluación de los acodos en enraizamiento



Corte de los acodos aéreos a los 30 días



Preparación de los acodos para la toma de datos



Acodos aéreos enraizados y para las mediciones de las raíces



Medición del volumen de raíces de la acodadura de limón



Colocado en macetas de los acodos con nuevo sustrato

Anexo 2 Cuadro de datos de la investigación

CONTROL DE TOMA DE DATOS VOLUMEN DE RAICES					
Fecha: 17 - 07 – 2023			Horas: 5:00 pm		
Volumen de raíces de los trata miento			Cultivo: Limón (<i>Citrus latifoliada</i>)		
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	R5
T1	2,10	1,02	1,02	5,36	5,45
T2	7,54	4,28	3,19	5,36	2,23
T3	2,10	4,28	1,02	1,02	1,02
T4	5,36	3,19	6,45	1,02	2,10
T5	1,02	3,19	2,10	1,02	2,10
TOTAL	18,12	15,96	13,78	13,78	12,9
PROMEDIO	3,624	3,192	2,756	2,756	2,58

CONTROL DE TOMA DE DATOS NUMERO DE RAICES					
Fecha: 17 - 07 – 2023			Horas: 5:00 pm		
NUMEROS DE RAICES			Cultivo: Limón (<i>Citrus latifoliada</i>)		
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	R5
T1	62	51	68	77	70
T2	20	10	8	15	12
T3	60	75	52	49	40
T4	49	30	70	35	32
T5	12	16	15	13	14
TOTAL	203	182	213	189	168
PROMEDIO	40,6	36,4	42,6	37,8	33,6

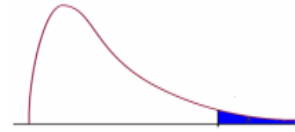
Anexo 3 Tablas de Fisher

Distribución F 0.05

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35

Para calcular el valor F en excel, se utiliza la función de la distribución F inversa

=distr.f.inv(0.05; gl num; gl den)

© Ing. Jesús Alberto Mellado Bosque

Anexo 4 Tablas de Tuckey

Tabla de valores críticos de Tukey
 $q_{\alpha}(v_1, v_2)$

v_2 I	α I	v_1									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	0.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	0.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	0.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	0.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	0.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	0.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	0.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	0.01	4.15	4.81	5.23	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46