



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE LAS CIENCIAS DEL AGRO Y DEL AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EXTRACTOS VEGETALES Y UN ENRAIZADOR COMERCIAL
EN LA MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA
DE ESTACAS DE *Ixora coccinea* L.**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR
RAÚL ENRIQUE FORTOUL BELTRÁN
C.I. 19.876.034

COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MATURÍN, MARZO DE 2024

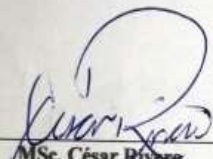


**EXTRACTOS VEGETALES Y UN ENRAIZADOR COMERCIAL
EN LA MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA
DE ESTACAS DE *Ixora coccinea* L.**

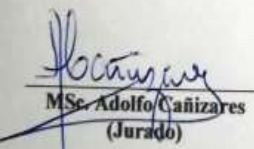
**RAÚL ENRIQUE FORTOUL BELTRÁN
C.I. V-19.876.034**

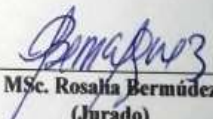
Trabajo de grado presentado en el Departamento de Ingeniería Agronómica de la
Universidad de Oriente, como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO


MSc. César Rivas
(Tutor)


MSc. Elizabeth Prada
(Cotutora)


MSc. Adolfo Cañizares
(Jurado)


MSc. Rosalia Bermúdez
(Jurado)

ACTA DE APROBACION



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE CIENCIAS DEL AGRO Y DEL AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

CTG-ECAA-DIA-2024

MODALIDAD: TESIS DE GRADO

ACTA N° 2019

En Maturín, siendo las 08:30 a.m. del día 12 de marzo de 2024, reunidos en el IIAPUDO, Campus Juanico del Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente, los miembros del jurado profesores: Rosalía Bermúdez (Jurado), Adolfo Cañizares (Jurado) y César Rivero (Tutor), a fin de cumplir con el requisito parcial exigido por el Reglamento de Trabajo de Grado vigente para obtener el Título de **Ingeniero Agrónomo**, se procedió a la presentación y defensa del Trabajo de Grado, titulado: "EXTRACTOS VEGETALES Y UN ENRAIZADOR COMERCIAL EN LA MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA DE ESTACAS DE *Ixora coccinea* L.", por el Bachiller: **Raúl Enrique Fortoul Beltrán, C.I. 19.876.034**. El jurado, luego de la discusión del mismo acuerda calificarlo como:

APROBADO

Rosalía Bermúdez
MSc. Rosalía Bermúdez Y.
C.I. 9.984.923
Jurado

Adolfo Cañizares
MSc. Adolfo E. Cañizares Ch.
C.I. 8.366.515
Jurado

César Rivero
MSc. César J. Rivero Q.
C.I. 13.379.095
Tutor

Raúl Fortoul
Br. Raúl Enrique Fortoul Beltrán
C.I. 19.876.034
Estudiante

Elizabeth Prada Andrade
MSc. Elizabeth Prada Andrade
C.I. 10.116.469
Comisión de Trabajo de Grado

Rosalía Bermúdez Yegues
MSc. Rosalía Carmen Bermúdez Yegues
C.I. 9.933.923
Jefe Departamento Ing. Agronomica

Según establecido en resolución de Consejo Universitario N° 034/2009 de fecha 11/06/2009 y Artículo 95 del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente. Esta acta está asentada en la hoja N° 377 del libro de Actas de Trabajos de Grado del año 2011 del Departamento de Ingeniería Agronómica de la Escuela de Ciencias del Agro y del Ambiente y está debidamente firmada por los miembros del jurado, el tutor y el (los) estudiantes.

DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS

Av. Universidad, Campus Los Guaritos, Maturín Estado Monagas Apartado Postal N° 6201.
dpto.ing.agronomica.udomonagas@gmail.com

DEDICATORIA

Para cumplir la promesa de no abandonar, al que bendice nuestras vidas.

Para entregar el logro que tanto han esperado, a Ysaira Beltrán Corro y Raúl Fortoul Aldana.

Para manifestar lo que también quiero ver hecho en la vida de Karen del Valle Gutiérrez, Andreina Febres y Norma Paruta.

Para alcanzar la meta que merece toda la pena.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida, te lo agradezco.

A los profesores César Rivero y Elizabeth Prada, gracias por aceptar ser mis tutores académicos.

Al grupo de personas que hicieron posible la recolección y siembra de 980 estacas de Ixora, sin su apoyo no hubiera sido posible.

Al grupo de personas que me brindaron apoyo moral durante toda mi trayectoria de estudios.

A la Universidad de Oriente (UDO), por concederme el turno de sentir el orgullo y la felicidad de ser parte del talento formado por ti.

ÍNDICE

	Pág.
ACTA DE APROBACION	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
MARCO TEÓRICO	4
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	4
BASES TEÓRICAS	7
Botánica y taxonomía de <i>Ixora coccinea</i> L.	7
Importancia y usos de la <i>Ixora</i>	9
Según	9
Mecanismos de reproducción de la <i>Ixora</i>	10
Requerimientos del cultivo de <i>Ixora</i>	12
Principales plagas y enfermedades en la multiplicación vegetativa de estacas de <i>Ixora</i>	13
Reguladores de crecimiento vegetal o fitoreguladores.....	16
Enraizamiento y enraizantes.....	17
Enraizantes químicos	22
Enraizadores naturales	23
MARCO METODOLÓGICO	25
UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	25
SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL	26
SELECCIÓN DEL SUSTRATO	26
PREPARACIÓN DE LOS ENRAIZANTES.....	26
APLICACIÓN DE ENRAIZANTES	30
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO.....	31
PROCEDIMIENTOS	32
MANEJO DEL ENSAYO.....	33
EVALUACIÓN DE VARIABLES	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUSTRATO.....	38
SOBREVIVENCIA (S).....	38

NÚMERO DE RAÍCES (NR)	39
LONGITUD RADICAL (LR)	41
VOLUMEN RADICAL (VR)	42
BIOMASA FRESCA RADICAL (BFR)	45
BIOMASA SECA RADICAL (BSR)	47
ALTURA DE LA PLANTA (AP)	49
NÚMERO DE BROTES (NB)	51
LONGITUD DE BROTE (LB)	52
BIOMASA FRESCA AÉREA (BFA)	54
BIOMASA SECA AÉREA (BSA)	55
PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO (PE)	57
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
APÉNDICE	72
ANEXOS	81
HOJA DE METADATOS	84

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal según Alcántara <i>et al.</i> (2019).....	19
Cuadro 2. Composición química (Hormonex)	29
Cuadro 3. Tratamientos bajo estudio.....	31
Cuadro 4. Insumos agroecológicos	34
Cuadro 5. Caracterización del sustrato.....	38
Cuadro 6. Número de raíces a los 42 días dds.....	40
Cuadro 7. Longitud radical a los 42 días dds.	41
Cuadro 8. Volumen radical a los 42 días dds.	43
Cuadro 9. Biomasa fresca radical a los 42 días dds.	45
Cuadro 10. Biomasa seca radical a los 42 días dds	48
Cuadro 11. Altura de la planta a los 42 días dds.	49
Cuadro 12. Número de brotes a los 42 días dds.	51
Cuadro 13. Longitud de brotes a los 42 días dds.....	53
Cuadro 14. Biomasa seca aérea a los 42 días dds.	57
Cuadro 15. Porcentaje de enraizamiento a los 42 días dds.	57
Cuadro 16. Costos de enraizantes según cantidad utilizada por tratamiento	61
Cuadro 17. Análisis del efecto económico de los tratamientos.....	61
Cuadro 18. Totales y promedio de sobrevivencia en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.) a los 7 dds.....	73
Cuadro 19. Análisis de varianza de sobrevivencia en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.) a los 7 dds.....	73
Cuadro 20. Totales y promedios para el número de raíces a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	73
Cuadro 21. Análisis de varianza de número de raíces a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	74
Cuadro 22. Totales y promedios para la longitud radical (cm) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	74
Cuadro 23. Análisis de varianza de longitud radical (cm) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	74
Cuadro 24. Totales y promedios para el volumen radical (ml) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	75
Cuadro 25. Análisis de varianza de volumen radical (ml) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	75
Cuadro 26. Totales y promedios para la biomasa fresca radical (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	75
Cuadro 27. Análisis de varianza de la biomasa fresca radical (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora coccínea</i> L.).	76

Cuadro 28. Totales y promedios para la biomasa seca radical (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	76
Cuadro 29. Análisis de varianza de la biomasa seca radical (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	76
Cuadro 30. Totales y promedios para la altura de la planta (cm) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	77
Cuadro 32. Totales y promedios para el número de brotes a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	77
Cuadro 33. Análisis de varianza de número de brotes a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	78
Cuadro 34. Totales y promedios para la longitud de brotes (cm) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	78
Cuadro 35. Análisis de varianza de longitud de brotes (cm) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	78
Cuadro 36. Totales y promedios para la biomasa fresca aérea (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	79
Cuadro 37. Análisis de varianza de labiomasa fresca aérea (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	79
Cuadro 38. Totales y promedios para la biomasa seca aérea (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	79
Cuadro 39. Análisis de varianza de la biomasa seca aérea (g) a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	80
Cuadro 40. Totales y promedios para el porcentaje de enraizamiento a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	80
Cuadro 41. Análisis de varianza de porcentaje de enraizamiento a los 42 dds en estacas de <i>Ixora (Ixora coccínea L.)</i>	80

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del ensayo (punto rojo) en la ciudad de Maturín.	25
Figura 2. Germinado de granos de lentejas	28
Figura 3. Unidad experimental	31
Figura 4. Asignación aleatorizada de los tratamientos	33
Figura 15. Delineación del ensayo para el estudio de enraizantes en estacas de Ixora (<i>Ixora coccinea</i> L.)	82
Figura 16. Determinación de longitud de raíces.....	82
Figura 17. Determinación de volumen radical por desplazamiento de líquido	82
Figura 18. Muestras vegetales frescas colocadas en estufa por 72 horas para obtención de la biomasa seca	83
Figura 19. Pesaje de la biomasa seca en balanza analítica	83

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO MONAGAS
ESCUELA DE LAS CIENCIAS DEL AGRO Y DEL AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
MATURÍN – MONAGAS – VENEZUELA**



**EXTRACTOS VEGETALES Y UN ENRAIZADOR COMERCIAL EN LA MULTIPLICACIÓN
VEGETATIVA DE ESTACAS DE *Ixora coccinea* L.**

**Autor: Raúl Enrique Fortoul Beltrán
Correo: correouniversidad12345@gmail.com**

RESUMEN

Ixora coccinea L. es una especie ornamental muy comercializada, que se reproduce por estacas con la utilización de enraizadores sintéticos para maximizar el proceso de enraizamiento, desconociéndose la existencia de extractos vegetales que han demostrado ser igual de eficaces según estudios realizados en diferentes especies de interés agronómico aportando otras alternativas para la reproducción. El ensayo tuvo lugar en la micro-estación de la Universidad de Oriente (UDO) campus Juanico-Maturín del estado Monagas con el objetivo de comparar el efecto enraizador de extractos vegetales y un enraizador comercial (Hormonex) en el prendimiento de estacas de esta especie. Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos (T1: Testigo "sin enraizante", T2: gel de sábila, T3: agua de coco, T4: agua de lentejas, T5: Hormonex "solución sólida sin diluir") y cuatro repeticiones, analizados a través de ANAVA y prueba de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los resultados reportaron efectos similares en el porcentaje de sobrevivencia y en la biomasa fresca aérea entre tratamientos, no así en las variables relacionadas con la calidad del desarrollo radicular donde el tratamiento T4 presentó los mayores promedios en el número de raíces, volumen radical y biomasa fresca radical, concluyendo que el tratamiento T4 obtuvo el mejor comportamiento entre los enraizantes evaluados; sin embargo, fue superado por el tratamiento T1 con mayores promedios en las variables de longitud de raíces, biomasa seca radical y porcentaje de enraizamiento, incluso en el análisis económico. Se recomienda evaluar diferentes dosis de cada extracto vegetal hasta conseguir una concentración óptima en esta especie.

Palabras claves: *Ixora coccinea* L., raíces, extractos vegetales, dosis.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO MONAGAS
ESCUELA DE LAS CIENCIAS DEL AGRO Y DEL AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
MATURÍN – MONAGAS – VENEZUELA



VEGETABLE EXTRACTS AND A COMMERCIAL ROOTING HORMONE IN THE
VEGETATIVE PROPAGATION OF *Ixora coccinea* L.

Autor: Raúl Enrique Fortoul Beltrán
Correo: correouniversidad12345@gmail.com

ABSTRACT

Ixora coccinea L. is a highly commercialized ornamental species, which reproduces by cuttings with the use of synthetic rooting agents to maximize the rooting process, although the existence of plant extracts that have proven to be equally effective according to studies carried out on different species of agronomic interest providing other alternatives for reproduction. The trial took place at the micro-station of the Universidad de Oriente (UDO) Juanico-Maturín campus in Monagas state with the objective of comparing the rooting effect of plant extracts and a commercial rooting agent (Hormonex) on the taking of cuttings of this species. A randomized block experimental design was established with five treatments (T1: Control "without rooting", T2: aloe vera gel, T3: coconut water, T4: lentil water, T5: Hormonex "undiluted solid solution") and four repetitions, analyzed through ANAVA and Tukey's test of means with a significance level of 5%. The results reported similar effects in the survival percentage and in the fresh aerial biomass between treatments, but not in the variables related to the quality of root development where the T4 treatment presented the highest averages in the number of roots, root volume and fresh biomass radical, concluding that the T4 treatment obtained the best performance among the rooting agents evaluated; However, it was surpassed by the T1 treatment with higher averages in the variables of root length, root dry biomass and rooting percentage, even in the economic analysis. It is recommended to evaluate different doses of each plant extract until achieving an optimal concentration in this species.

Keywords: *Ixora coccinea* L., plant extracts, roots, dose.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plantas ornamentales se encuentra dentro de lo que se denomina horticultura no comestible, con el propósito fundamental de embellecer el entorno, dedica su labor principalmente a la producción de árboles, arbustos ornamentales, plantas de follaje colorido y florales, ya sean sembradas directamente en suelo o en macetas (Liotier citado en López y Jiménez, 2017), enriquecen el ambiente donde se desenvuelven en armonía mejorando el bienestar y calidad de vida, siendo oportuno mencionar que una de las especies ornamentales más populares para la decoración de jardines, es *Ixora coccinea* L., conocida popularmente en Venezuela como Ixora.

Esta especie puede reproducirse mediante la germinación de sus semillas sexuales, pero son escasas las semillas que logran germinar y es muy lento el proceso de crecimiento, por lo que se prescinde de este método y se emplea el método asexual mediante la propagación por margullos, fracciones de raíces y estacas, siendo el método por estacas el más rápido (Gayosso, 2015; Gilman citado en Fernández *et al.*, 2011); sin embargo, en muchos casos se obtienen bajos porcentajes de prendimiento, lo que puede estar dado por la selección del tipo de estaca, el manejo del riego y la falta de ciertas sustancias internas en las estacas necesarias para formar raíces (Hartmann *et al.* citados en Torres, 2016).

Dentro del reto que se plantea todo viverista de incorporar nuevas prácticas que permitan aumentar la productividad del agro-negocio, se encuentra la necesidad de evaluar toda propuesta que tenga como finalidad, el poder elevar la producción de plantas para vivero, mantener una alta eficacia en el enraizamiento de estacas y reducir los costos de producción, pudiendo contribuir para vencer este reto, el hecho de encontrar extractos vegetales que puedan sustituir el uso de enraizadores químicos ampliamente usados en viveros, de los cuales fueron escogidos para evaluar el efecto

enraizante de aquellos obtenidos a partir del gel de sábila (*Aloe vera* L.), agua de lentejas (*Lens culinaris* Medik) y agua de coco (*Cocos nucifera* L.) debido a su bajo costo, fácil adquisición y que han demostrado en ensayos documentados, generar un estímulo en la aparición de raíces y acelerar el proceso de crecimiento y desarrollo del sistema radicular en otros cultivos, representando una alternativa viable sujeta a estudio y posibilitando así, el continuar brindando nuevos conocimientos para la reproducción vegetativa de esta especie ornamental (*Ixora coccinea* L.)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comparar el efecto enraizador de tres (3) extractos naturales y un enraizador comercial en la propagación de estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el extracto natural más eficaz en el enraizamiento de estacas de *Ixora*.
- ✓ Evaluar un enraizador comercial (ácido 1 alfa naftalen acético).
- ✓ Evaluar económicamente los extractos utilizados en el ensayo.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los enraizantes son sustancias o componentes que se utilizan para estimular la formación de raíces en los cultivos, estos productos favorecen el crecimiento de las mismas haciendo que aumente la absorción de agua y nutrientes, debido a esto, la planta crece y se desarrolla rápidamente. Existen enraizantes químicos y otros de origen natural, que al ser aplicados mejoran los procesos de reproducción de las plantas (Merlin y Mariscal, 2019).

Esto convierte a los enraizantes en un componente vital para los procesos reproductivos de plantas, específicamente cuando este se da mediante el uso de estacas o esquejes, siendo la búsqueda de extractos vegetales que puedan tener un efecto enraizante, y que además sean de menor costo que los comerciales y den óptimos resultados.

En este sentido se hace referencia el trabajo realizado por Crespo (2021) para evaluar diferentes tipos de fitoreguladores naturales con efectos enraizantes en viveros con estacas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.), como un posible reemplazo al producto químico a base de reguladores de crecimiento sintéticos (auxinas) siendo el producto técnicamente recomendado en la provincia de Cañar (Ecuador). Este ensayo se desarrolló bajo un diseño completamente al azar, en el cual se evaluaron los tratamientos con distintas soluciones enraizantes a base de agua de lenteja (*Lens culinaris* Medik), agua de coco (*Cocos nucifera* L.) y sábila (*Aloe vera*), además fue asignado el enraizante sintético “Hormonagro” (i.a: ácido naftalenacético) como tratamiento testigo, con cuatro (4) repeticiones por cada uno de ellos. Las medias obtenidas por los tratamientos aplicados no presentaron diferencias

significativas entre las características como el número de brotes, longitud de raíz y vigor de la planta. En el análisis económico se pudo determinar el costo de producción unitario por planta para cada tratamiento, donde para el T1 (agua de lentejas) se obtuvo \$0.40 centavos, en el T2 (agua de coco) el costo por unidad fue de \$ 0.42 centavos, para T3 (sábila) un costo unitario de \$ 0.41 y finalmente con el T4 (testigo "Hormonagro") el costo unitario por planta fue de \$ 0.48 centavos; por lo tanto, recomendando utilizar la sábila como hormona natural en el enraizamiento de estacas de cacao, debido a que tiene el mismo efecto que el resto de tratamientos, pero presenta costos de producción intermedio entre los tratamientos.

Esta investigación permitió apreciar la eficacia que puede lograrse al aplicar insumos de origen natural en el proceso de enraizamiento de estacas, lo que valida la decisión de emplear extractos vegetales para la producción de plantas mediante el método de propagación asexual.

Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2019) con el propósito de conseguir otra alternativa para poder prescindir del uso de la hormona comercial ácido naftalenacético (ANA), en la propagación de esquejes de *Ficus* (*Ficus benjamina*); evaluaron en un vivero comercial en Ecuador, la capacidad de prendimiento, el vigor de las plantas, emisión de brotes, longitud y masa de las raíces, usando distintos tratamientos con sustratos a base de tierra amarilla, arena de río y hojarasca de cacao en diferentes combinaciones con gel de aloe (*Aloe vera* L.) y agua de coco (*Cocos nucifera* L.) (enraizantes naturales), frente a una formulación comercial del regulador fisiológico ANA.

Los resultados obtenidos demostraron que la mejor respuesta en conjunto a los parámetros evaluados se dieron en las estacas sembradas con tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de aloe (*Aloe vera* L.), superando con un 54,17% de prendimiento y 1,95 brotes al tratamiento con agua de coco (enraizante natural);

incluso, superó a los sustratos combinados con la hormona comercial, demostrando que los enraizantes naturales poseen una eficacia competitiva frente a la comparación con la hormona comercial, permitiendo una reducción de los costos, así como mejores beneficios en la producción de plantas de Ficus.

Palacios y Vallejo (2020), motivados por el impulso productivo que viene teniendo el Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en las distintas regiones de Perú, planta muy reproducida aplicando el método de los esquejes o estacas, el cual consiste en producir plantones a partir de las ramas, caracterizándose por ser un proceso muy lento, por lo que se aplican enraizantes químicos como el “Root hor” (i.a: ácido alfa naftalen acético, ácido 3 indol butírico) para garantizar un mayor número de enraizamientos efectivos de estacas, sin embargo, este producto comercial es costoso, lo que incrementa el precio de los plantones, y debido a la transición ecológica que se viene dando en el mundo, estos investigadores se plantearon la posibilidad de reemplazar el uso de enraizantes químicos por enraizantes naturales, valiéndose de Fitoreguladores presentes de manera natural en las plantas, de las cuales se pueden extraer fácilmente, tomando como ejemplo, el extracto de sábila, el agua de lentejas y el agua de coco; a pesar de existir un desconocimiento de los distintos grados de influencia que ejercen estos enraizantes orgánicos en el proceso de enraizamiento.

En esta investigación se utilizaron tres (3) dosis de agua de coco (100%, 75% y 50%) para evaluar el porcentaje de prendimiento, el número de raíces y el tamaño de las mismas; concluyendo, que los esquejes tratados con la concentración de 50% de agua de coco demostraron los mejores resultados en comparación al resto de los tratamientos; además, evidenciando la posibilidad de observar mejores resultados al experimentar con menores dosis de agua de coco, ya que a medida que se reducía la concentración de agua de coco en la solución enraizante, mejoraba la respuesta de los parámetros evaluados.

Núñez (2020) evaluó dos (2) enraizantes orgánicos a base de canela y lenteja para eliminar la latencia que se establece durante la formación de la semilla de poroto (*Erythrina edulis*) que restringe la germinación hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas y aprovechar su producción con fines de restauración ambiental, evaluó los días de emergencia, porcentaje de germinación y altura de las plantas aplicando estos enraizantes naturales. Los resultados observados demostraron una eficiencia en el enraizador de lentejas, aportando incluso la marcada diferencia en el estímulo que ejerce con tan sólo el uso de enraizadores naturales para la germinación, formación y desarrollo de raíces, ya que el tratamiento control, donde sólo se utilizó agua para la imbibición de las semillas de poroto, germinaron sólo el 20% y el resto de las mismas presentaron pudrición.

BASES TEÓRICAS

Botánica y taxonomía de *Ixora coccinea* L.

El género *Ixora* comprende unas 400 especies diseminadas en todos los trópicos. En el neotrópico se presentan unas 56 especies que van desde México hasta Brasil. Varias especies de *Ixora* son ampliamente cultivadas como ornamentales, entre ellas *I. coccinea* L., que es común en jardines de ciudades de clima cálido del Caribe (Mendoza *et al.*, 2004). La especie *Ixora coccinea* L. es reportada por Francis (2004) como nativa de la India y Sri Lanka, siendo una especie cultivada en todo el mundo.

Es un arbusto densamente ramificado que puede alcanzar los 3 m de altura y de 3 a 4 cm de diámetro basal, tiene una raíz pivotante fuerte, siendo visible la bifurcación de micorrizas en las puntas muy finas de las raíces laterales, generalmente glabro; ramas teretes o levemente aplanadas. Estípulas interpeciolares, cortamente

connadas en la base, triangulares y generalmente acuminadas, persistentes. Hojas opuestas decusadas, cortamente pecioladas o sésiles, hojas oblongas u oblongo lanceoladas de color verde oscuro, con poca pubescencia o glabras, venación conspicua, sobresaliente o generalmente sólo desdibujada. Inflorescencia terminal o lateral, cimosas; flores pediceladas y sustentadas por 2 pequeñas brácteas. Flor bisexual, actinomorfa, de tamaño mediano (1-4cm longitud). Cáliz en forma de copa, persistente, glabro o pubescente; tubo corto; lóbulos 4-5, pequeños, triangulares. Corola hipocrateriforme o infundibuliforme, de color rojo o rojo anaranjado, sin embargo, existen cultivares ornamentales que pueden tener flores blancas, amarillas, rosas o salmón; tubo corto pero más frecuentemente largo, externamente glabro o menos frecuentemente puberulento, internamente glabro; lóbulos 4-5, ovados, oblongos, triangulares o lineares, imbricados o contortos hacia la izquierda en el botón. Estambres exertos; filamentos delgados, conspicuos o muy cortos, glabros, insertos cerca de la base de los lóbulos, alternos con los lóbulos de la corola; anteras oblongo-lineares o lineares, redondeadas en la base, agudas o cuspidadas en el ápice, con dehiscencia longitudinal. Ovario obcónico u ovoide, externamente glabro o pubescente, ínfero, 2 lóculos, con placentación axilar y un solo rudimento seminal por lóculo; estilo exerto o con la misma longitud que la corola, filiforme, glabro; estigma con 2 lóbulos ovados u oblongos. Fruto drupáceo, con 2 pirenos, carnosos, ovoide o globoso, pequeño (de 0,5–2 cm longitud), maduran a un color rojo oscuro o negro violáceo. Semillas 2, cóncavo-convexas o plano-convexas a globosas, de testa membranácea. Polen zonocolporado, con 3 aberturas, exina de superficie reticulada o reticulado-faveolada (Francis, 2004; Mendoza *et al.*, 2004).

La *Ixora coccínea* L. es conocida por los nombres comunes: de llama del bosque, llama de la selva, amor ardiente, ixora roja, ixora, cruz de malta, bola de coral, equisósea y rajana (Liogier 1997 citado en Francis, 2004).

Missouri Botanical Garden (2022) clasifica taxonómicamente a la especie *Ixora coccinea* L. de la siguiente manera:

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Super orden: Asteranae Takht..

Orden: Gentianales Juss. ex Bercht. & J. Presl

Familia: Rubiaceae Juss.

Género: *Ixora* L

Especie: *Ixora coccinea* L.

Importancia y usos de la Ixora

La ixora es una planta arbustiva que produce magníficas inflorescencias que recuerdan mucho a las flores de hortensias, siendo inflorescencias duraderas que hace que el período de comercialización sea amplio, aproximadamente un (1) mes, la fecha de floración natural es en verano, aunque mediante tratamientos inductores, se puede modificar para adecuarlas al pico máximo de demanda comercial. Es altamente demandada a nivel comercial para ser destinadas al embellecimiento de casas, jardines, parques y hoteles por su constante floración, variedad de colores, es fácil de podar, ideal para el diseño de diversas figuras; además de ornamental, esta plantase considera medicinal, consumiéndose en forma de infusión acuosa para el tratamiento contra la ansiedad, depresión y diversas enfermedades infecciosas (Mex-Álvarez *et al.*, 2019; Elicriso, 2018; Gayosso, 2015, Lao *et al.*, 2000).

Según Primicia (2022) la infusión de hojas, ramas y flores de ixora conlleva a ciertos beneficios medicinales:

- ✓ Posee propiedades antimicóticas y antibacterianas, por lo que es utilizada para tratar hongos y afecciones supurativas de la piel.
- ✓ Es utilizada para tratar la gonorrea.
- ✓ Es antioxidante, contribuyendo en prevenir el envejecimiento prematuro mediante el consumo de la infusión, además de ser utilizado para la limpieza de cutis.
- ✓ Es astringente y anti-diarreico.
- ✓ Considerada como tratamiento anti-cancerígeno.
- ✓ Es gastro-protector y hepato-protector, por lo cual es utilizada para limpiar el sistema digestivo y el hígado.

Vega *et al.* (2009) realizaron un estudio fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de la *Ixora coccinea* L. con el propósito de contribuir al conocimiento, con base científica, de los componentes presentes en ellos, de utilidad en la posible elaboración de productos farmacéuticos, donde se comprobó la alta diversidad de metabolitos secundarios presentes en la planta, entre ellos se encuentran: alcaloides, cumarinas, saponinas, flavonoides, azúcares reductores, triterpenos, esteroides, antocianidinas y quinonas, lo que fundamenta su empleo en la cura de diversas afecciones, obteniéndose concretamente una gran cantidad de quinonas (hojas y tallos) las cuales han demostrado efectos antimicóticos, lo que explica su éxito en la cura de afecciones cutáneas.

Mecanismos de reproducción de la *Ixora*

Se pueden reproducir por medio de:

- ✓ Semilla sexual: tarda varias semanas en germinar y la plántula demora meses en desarrollarse, por lo que comercialmente se prescinde de este método y se

emplea el método asexual mediante la propagación por margullos, fracciones de raíces y estacas (Gilman citado en Fernández *et al.*, 2011).

- ✓ Esquejes: la propagación puede realizarse durante todo el año y debido a la dificultad que poseen algunas especies para el enraizamiento de los esquejes, estos pueden colocarse en cama caliente, bajo túnel o nebulización, valiéndose del uso de hormonas de tipo auxínico, que favorecen la emisión de raíces y por tanto contribuyen a facilitar la propagación (Jiménez y Caballero citado en Lao *et al.*, 2000).
- ✓ Micro-propagación: el cultivo “in vitro” es un método muy eficaz para la propagación masiva de *Ixora coccinea* L. Los esquejes de medio tallo y con tres nudos son los explantes más utilizados para la inducción de brotes y la proliferación de raíces en esta especie usando como medio de cultivo el promotor de enraizamiento BA (ácido benzoico). Estos explantes producen brotes axilares que ramifican repetidamente, llegando a producir 27 tallos por explantes después de 6 semanas de cultivo. Otros suplementos como Kinetina , 2-ip, Zeatina y Thiadiazuron inducen la formación de múltiples tallos, pero demuestran ser menos eficaces que BA, mientras que la aplicación de IAA (ácido indolacético) en el medio de multiplicación va en detrimento de la proliferación de tallos, su crecimiento no se ve afectado. Este método de propagación presenta dos inconvenientes que son la producción de grandes cantidades de callo basal y la vitrificación de las plantas, sin embargo, el primero pueden ser contrarrestado añadiendo TIBA (ácido triyodobenzoico) al medio de multiplicación y el segundo mediante el sellado de las placas de cultivo con un film plástico de polímeros fluorocarbono (Neoflon pfa film) respectivamente (Lakshmanan *et al.* citados en Lao *et al.*, 2000).
- ✓ Injertos: es un método de propagación asexual para obtener plantas resistentes a enfermedades y plagas, para combatir la susceptibilidad a clorosis y contra nematodos de algunas plantas de *Ixora* cultivadas en el sur de Florida (Watson y Swedroe citados en Lao *et al.*, 2000).

Requerimientos del cultivo de *Ixora*

La especie *Ixora coccinea* L. prospera en plena exposición solar, incluso en sombra, de ligera a moderada; compite bien con hierbas y arbustos, pero no con densas pasturas, crece naturalmente en áreas que reciben precipitaciones alrededor de 1800 mm de agua anual; sin embargo el suelo debe estar húmedo, más no tolera el exceso de humedad, crece bien en todo tipo de texturas de suelos, si la humedad y el drenaje es el adecuado, prefiere suelos ligeramente ácidos con buena fertilidad y se torna clorótica bajo condiciones alcalinas. La fertilización preferiblemente debe hacerse con nitrógeno, fósforo, potasio y adicionando micro-elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las temperaturas óptimas del cultivo están alrededor de 18-21 °C, pero logran tolerar temperaturas superiores, mientras que las mínimas no tienen que bajar de 15 °C, y su entorno debe poseer buena reposición de aire, sin llegar a la presencia de corrientes de aire frío, el cual no toleran las plantas, se adaptan muy bien a las condiciones de interior en los hogares, sembradas en un sustrato fértil, ligeramente ácido, preferiblemente mezclado con un poco de arena gruesa, para garantizar un buen drenaje, se adapta bien a macetas de poca capacidad, y requiere en ocasiones de la adición de sustrato fresco, se recomienda su cultivo en macetas de barro, que permiten un mejor control de la humedad del sustrato. Se debe realizar poda de las plantas para mantener un crecimiento armónico y lograr abundante follaje (Elicriso, 2018; Watkins y Sheeham citados en Francis, 2004).

Principales plagas y enfermedades en la multiplicación vegetativa de estacas de *Ixora*.

Según Lao *et al.* (2000) se reportan las siguientes plagas y enfermedades:

- ✓ Cochinilla algodonosa: este insecto plaga extendido por todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, afecta a una gran cantidad de plantas ornamentales y cítricos en invernaderos, produciendo graves daños principalmente por la melaza y negrilla que reducen su valor comercial. Sus larvas son depositadas en una masa algodonosa que la hembra produce alrededor de su cuerpo, pasando por tres estadios larvarios antes de alcanzar la fase adulta. Es muy abundante en verano y en época de invierno suele refugiarse en las raíces. Para su control se recomienda en primavera el uso de aceite mineral en dosis que no superen al 1% para evitar fitotoxicidad.
- ✓ Pulgones (*Aphis gossypii*): presenta polimorfismo, con hembras de reproducción vivípara áptera y alada, estas últimas dispersan las colonias de pulgones en primavera y otoño. Producen deformaciones de las hojas, melaza que favorece el desarrollo de negrilla y transmiten virosis. El control se puede realizar a través de técnicas culturales preventivas (colocación de mallas, trampas engomadas amarillas, etc.), utilizando enemigos naturales y productos biológicos, o bien por medio de químicos.
- ✓ *Pulvirana psidii*: es de origen tropical y produce daños en el follaje, para su control es altamente efectivo el control químico con productos como el Dimetoato a una dosis de 0.6, 1.2 y 2.4 g.l⁻¹, el Parathion a una dosis de 0.4 g.l⁻¹, la Cyanamida americana 47031^a una dosis de 1.2 y 2.4 g.l⁻¹ o el Fosfamidon a una dosis de 1.2 g.l⁻¹.
- ✓ Nematodos (*Meloidogyne* spp.): la hembra penetra las raíces de las plantas desde el suelo, causando deformaciones en las mismas dando la apariencia de rosarios, provocando la obstrucción de los vasos conductores reduciendo la

absorción de nutrientes causando daños como clorosis, enanismo y síntomas de marchitez en las horas de mayor calor. Se controla con métodos preventivos mediante el uso de cultivares resistentes, desinfección del suelo mediante métodos físicos como la solarización y esterilización por vapor, control químico y control biológico.

- ✓ *Xanthomonas maculifoliigardeniae*: La enfermedad causada por esta bacteria comienza con pequeñas manchas circulares de color verde claro, en las hojas jóvenes, y a medida que avanza la infección, las manchas se tornan más grandes y necróticas delimitadas por márgenes acuosos entre los nervios de las hojas. Suele dar buenos resultados la aplicación de sulfato de estreptomicina, pero por lo general, son eficaces para su control productos químicos de la familia de los Ditiocarbamatos.
- ✓ Virus del mosaico del pepino: ocasiona un mosaico exclusivamente en las hojas, *provocando* un amarillamiento intercalado con pequeñas manchas verdes.

Hartmann y Kester (1998) indican que las pérdidas ocasionadas durante el proceso de propagación de estacas, son debidas a la infestación de ciertos insectos dañinos y de organismos patógenos, siendo preferible trabajar en un medio libre de organismos dañinos en lugar de estar continuamente tratando de suprimirlos de plantas enfermas e infestadas de insectos mediante el uso continuo de pesticidas, reconociéndose la importancia en todo momento de las prácticas sanitarias en las distintas operaciones a nivel de vivero, y la mejor manera de ir reduciendo organismos patógenos y plagas, es mantener vigilancia en los lugares y medios por los que pueden entrar y convertirse en un problema durante las labores de propagación, como se indica a continuación:

- 1) Las instalaciones físicas: el sitio donde se efectúa la propagación debe ser un área iluminada, fresca, separada del área donde se realizan las mezclas de suelo,

almacenamiento de macetas y otras operaciones. En el área de propagación no se debe permitir la entrada de cajas y macetas sucias, las navajas , tijeras y otras herramientas deben ser desinfectadas antes de ser usadas, sumergiéndolas en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio (Clorox) diluido 1 parte en 9 partes de agua (10%), el tránsito de visitantes al área de propagación debe mantenerse al mínimo y al final de cada día de trabajo se debe limpiar toda la tierra y restos de plantas muertas de las instalaciones, lavar el piso y la superficie de trabajo con una solución desinfectante de hipoclorito de sodio (10%).

- 2) El medio de propagación: debido a ciertos componentes de las mezclas para enraizamiento de estacas, en particular la hojarasca, el suelo, la arena y el musgo turboso, pueden contener organismos patógenos dañinos, primero se les debe pasteurizar con tratamientos de calor o con sustancias químicas antes de llevarlos al área de propagación “limpia”. Nunca ponga una mezcla pasteurizada en un recipiente sucio (cajas, macetas, bolsas de polietileno, depósitos, entre otros).
- 3) El material vegetal para la propagación: al seleccionar material para la propagación, usar solo plantas libres de enfermedades e insectos dañinos. Algunos viveros mantienen lotes de plantas madres que se conservan cuidadosamente “limpias”, sin embargo, las plantas madres susceptibles a enfermedades pueden asperjarse con un fungicida apropiado varios días antes de recolectar estacas de las secciones superiores del tallo, en lugar de las secciones inferiores cercanos al suelo, en donde es posible que el material vegetal este infectado con organismos patógenos del suelo. A medida que se reúne el material para estacas, se debe colocar en bolsas de plástico nuevas, o bolsas usadas pero que hayan sido lavadas y desinfectadas en solución de hipoclorito de sodio (30mg/l). Después de seleccionar las estacas, se deben de sumergir en una solución desinfectante en baja concentración de hipoclorito de sodio (5mg/l), seguido de otra inmersión en una solución fungicida (como Captan a razón de 3,5g/l) antes de disponerlas en cajas, macetas, bolsas de polietileno, entre otros, para su propagación.

Si de cada una de estas áreas se van eliminando organismos patógenos y plagas, existe mayor probabilidad que puedan propagarse plantas jóvenes hasta el tamaño apropiado de venta, sin infestaciones de insectos, ácaros o enfermedades. Los organismos patógenos que por lo general ocasionan enfermedades durante la propagación son especies de *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Thielariopsis*, *Sclerotinia* y *Rhizoctoniasolani*, siendo organismos que viven en el suelo y atacan a las raíces de las plantas, se ejerce control sobre ellos mediante la pasteurización (vapor húmedo a 60 °C por 30 min o con solarización) de las mezclas de propagación, la desinfección tanto del material vegetal como de las instalaciones y las herramientas, evitando el exceso de riego, promoviendo el buen drenaje del agua excedente y de ser necesario, el uso de fungicidas apropiados (Hartmann y Kester, 1998).

Reguladores de crecimiento vegetal o fitoreguladores

El desarrollo de las plantas es afectado por un gran número de sustancias orgánicas mediante una comunicación química que se establece fundamentalmente a través de Fitoreguladores que permiten una perfecta coordinación de las actividades de sus células, tejidos y órganos como mecanismos precisos de regulación, por lo que el reconocimiento de cualquiera de estas sustancias como fitoregulador depende de su aislamiento y de la determinación de sus propiedades biológicas y químicas (Azcón-Bieto y Talon, 2013).

Existe un acuerdo general en clasificar como fitoreguladores vegetales a las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico, que constituyen los cinco grupos clásicos, sin embargo, en los últimos años, se ha ido aislando una serie de sustancias que pueden clasificarse como fitoreguladores basándose en sus efectos sobre el desarrollo o el fenotipo de mutantes con defectos en su síntesis o percepción. En este nuevo grupo se incluyen brasinosteroides, oxilipinas (los representantes más

conocidos son los jasmonatos), poliaminas, salicilatos, oligopéptidos y óxido nítrico (Azcón-Bieto y Talón, 2013).

El biólogo británico Anthony Trewavas estableció a través del resultado de sus investigaciones, que los fitoreguladores vegetales no son factores limitantes del desarrollo y, por lo tanto, no pueden considerarse como hormonas, ocasionando que algunos investigadores llegaran a proponer que se abandonara el término de “hormona” para ser sustituido por “sustancia reguladora del crecimiento vegetal” o “regulador del crecimiento vegetal”; sin embargo, esta terminología resulta confusa, ya que se utiliza para designar productos sintéticos con acción hormonal. Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, las hormonas vegetales (fitohormonas) pueden ser definidas como un grupo de sustancias orgánicas, endógenas en las plantas, mientras que un fitorregulador podría ser tanto una sustancia natural o sintética, ambas desempeñando funciones similares al afectar procesos fisiológicos en concentraciones mucho más bajas que los nutrientes o las vitaminas ($< 1\text{mM}$, frecuentemente $< 1\text{ }\mu\text{M}$)(Azcón-Bieto y Talón, 2013).

Alcantara et al. (2019) señalan que existen distintos tipos de reguladores capaces de promover o inhibir el crecimiento vegetal, por lo que de acuerdo a la actividad estimulante que ejercen en el metabolismo de la planta, han sido clasificados por algunos autores en diez tipos diferentes como se muestra en el Cuadro 1.

Enraizamiento y enraizantes

Laskowski y Bautista (1999) consideran que el enraizamiento se manifiesta cuando ocurre una secuencia de eventos fisiológicos e histológicos comenzando por la formación del meristemo radical, dándose lugar dentro de la estaca, seguido de un

crecimiento y elongación del ápice radical avanzando hacia afuera a través de la corteza y finalmente emergiendo en la epidermis.

Aldana (2009) expresa que los enraizantes son compuestos orgánicos que estimulan la actividad fisiológica de la planta, favoreciendo y acelerando la formación de raíces para lograr la emisión de las mismas en esquejes, estacas o ramillas, en cultivos que no producen raíces en ramas fácilmente.

Así mismo Campos (2020) señala que los enraizantes son componentes químicos que normalizan y organizan el ciclo vital de la plantas, participan en el movimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción. La aplicación exógena de enraizantes intervienen de manera positiva en la propagación vegetativa, debido a que la capacidad de enraizar de forma natural, no se presenta en todas las plantas que se replican vegetativamente, por lo que es imprescindible administrar componentes químicos u orgánicos para acelerar la emisión de raíces, por tal motivo, los enraizantes son un importante complemento, asegurando el crecimiento radicular de estacas, esquejes y brotes tratados (Rojas *et al.* citados en Campos, 2020; Azcón-Bieto y Talón citados en Mendoza, 2013).

Cuadro 1. Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal según Alcántara *et al.* (2019)

Reguladores de crecimiento	Variedades encontradas	Efectos a nivel celular	Precursor orgánico
Auxinas	*AIA - Ácido 3-indolacético *AIB – Ácido 3-indolbutírico *2,4-D–Ácido 2,4-diclorofenoxiacético *ANA - ácido naftalenacético *Ácido α –naftalenacético	*División y elongación celular. Diferenciación celular. *Promoción división celular meristemática. *Aumento contenido osmótico celular. Aumenta permeabilidad celular. *Aumento de producción proteica. *Disminución de la presión de la pared celular.	L-Triptofano
Giberelinas	*GA1 *GA2 *GA3	*Estimula elongación celular en respuesta a condiciones de luz y oscuridad. *Promociona el crecimiento embrionario, producida de manera endógena durante los procesos de germinación y desarrollo apical.	Ent-Kaureno
Citoquininas	*Kinetina *Zeatina *Benciladenina *4-hidroxifeniletíl alcohol	*Pueden sustentar e iniciar la proliferación de tejidos vegetales madre. *Permite producir una alta proliferación y división celular. *Se produce con mayor abundancia en las células de los ápices radiculares.	Adenina
Ácido abscísico	*No Presenta	*Promociona la producción de tejidos zigotos. *Tiene un fácil acceso a la membrana celular vegetal sintetizado en tejidos jóvenes como el endodermo de plantas madre y en algunos tejidos vegetales de las semillas (Testa).	Isopentil Pirofosfato Carotenoides
Ácido salicílico	*No presenta	*Rol inhibitorio en la síntesis de etileno a nivel celular. *Control de actividad fotosintética. *Control de la conductividad de estomas.	Fenilalanina

Cuadro 1. Continuación

Reguladores de crecimiento	Variedades encontradas	Efectos a nivel celular	Precursor orgánico
Poliaminas	*Cadaverina *Putrecina *Agmatina *Espermidina *Espermina	*Sintetizadas por medio de las células pertenecientes al sistema radicular, involucradas en procesos de señalización de la transducción asociadas a procesos de proliferación y crecimiento de células vegetales.	Arginina
Ácido Jasmónico y derivados	*Ester metálico de ácido Jasmónico *Ácido jasmónico	*Regula el crecimiento y desarrollo celular. *Importante función en la inmunidad vegetal. *Su síntesis comienza en organelos vegetales como cloroplastos, mitocondrias y vacuolas. *Inhibe la formación de callos. *Involucrados en procesos de regulación de envejecimiento celular.	ácido 12-oxo-fitodienoico (OPDA) ácidos grasos poliinsaturados
Brasinoesteroides	*Brasinolida *25HB *Catasterona *Ponasterona	*Regulación del metabolismo. *Señalización celular. *Control de la elongación y división celular. *Control de la inmunidad vegetal. *Promociona la producción de etileno. *Su síntesis comienza en el retículo endoplásmico.	Campesterol

Cuadro 1. Continuación

Reguladores de crecimiento	Variedades encontradas	Efectos a nivel celular	Precursor orgánico
*Etileno	*No presenta	*Capaz de ser producido por cualquier órgano vegetal. *Potencializa la acción de auxinas, ácido abscísico y citoquininas. *Puede inhibir la acción del ácido jasmónico y el ácido giberélico. *Induce la reducción de ácidos nucleicos, la degradación de proteínas, disminución de la membrana celular. *Induce la degradación de lípidos, peroxidación y ruptura de pigmentos en las hojas.	*Metionina
*Estrigolactonas	*GR24 (sintetico) *Estrigol	*Controla el transporte de otras fitohormonas. *Pueden inhibir la acción de las citoquininas. *Control en el metabolismo de sustancias en el sistema radicular. *Controla la regulación homeostática vegetal.	*Carotenoides

Enraizantes químicos

Los fitoreguladores sintéticos, constituyen dentro de los agroquímicos, un grupo de sustancias que añadidas en cantidades muy pequeñas modifican las pautas normales de desarrollo de las plantas, incrementando la productividad, mejorando la calidad del cultivo, facilitando procesos, y son en general, mucho más potentes que los análogos naturales, aumentando su uso en los últimos años, por lo que la ausencia de hormonas de forma natural en las plantas, se compensa con el uso en dosis controladas de estimulantes sintéticos como ácido indol-butírico y ácido alfa-naftalenacético, para evitar el deterioro del material vegetativo antes que ocurra el enraizamiento (Amador *et al.* citados en Campos, 2020; Alcantara *et al.*, 2019; Azcón-Bieto y Talón, 2013) por lo tanto, los enraizantes químicos son productos comerciales cuyo ingrediente activo (i.a) son reguladores de crecimiento vegetal sintetizados químicamente con efectos que intervienen en los procesos fisiológicos e histológicos de las plantas.

La formación de raíces adventicias en la base de estacas es un proceso espontáneo, sin embargo, en especies recalcitrantes se ha comprobado que la aplicación de AIA (ácido indolacético) y auxinas sintéticas como IBA (ácido indolbutírico) y NAA (ácido naftalenacético) estimulan el enraizamiento en esquejes tratados consiguiendo efectos similares a los producidos naturalmente por las plantas (Flores *et al.* citados en Campos, 2020; Azcón-Bieto y Talón citados en Mendoza, 2013).

En el mercado existen dos(2) sustancias químicas de efectos auxínicos que son las más efectivas para estimular la producción de raíces adventicias en estacas, el AIB (ácido indolbutírico) y el ANA (ácido naftalenacético). Esta y otras fitohormonas están disponibles en preparaciones comerciales, dispersas en talco o en formulaciones líquidas y se utilizan en unidades de medida llamadas partes por millón (ppm), que

son equivalentes a miligramos (mg) de producto por cada millón de miligramos (1 kg) de solvente/diluyente. El tratamiento para las estacas con estas hormonas, no solo aumenta el porcentaje de enraizamiento, sino que acelera la iniciación de las raíces adventicias, aumentando el número y la calidad de las mismas por estaca (Hagiwara y Sisaro, 2016).

Enraizadores naturales

Son enraizantes elaborados con materiales orgánicos, utilizados para favorecer el desarrollo de raíces principales y secundarias en esquejes o estacas de plantas, tanto para su detención como para la absorción de nutrientes consiguiendo una brotación eficaz, con la ventaja de ser ecológicos, económicos, fáciles de obtener y rápidos de preparar, sin embargo, tienen la desventaja de tardar algo más de tiempo en surtir efecto que los enraizantes convencionales de síntesis química, además sólo pueden ser refrigerados en un tiempo máximo de 3 a 4 días, transcurrido ese lapso de tiempo pierden propiedades (Agroforum, 2018).

El enraizante a base de lentejas según Agroforum (2018), es uno de los más conocidos, ya que estas semillas durante su germinación liberan hormonas del grupo de las auxinas, las cuales podemos aprovechar. Para la elaboración de este enraizante natural, se deja reposar las lentejas en agua durante unos 4 días, se agita bien el agua con las lentejas, para continuar se filtra la solución. Se le puede añadir un poco de agua para reducirla concentración, y se aplica tanto en esquejes o semillas.

El agua de coco (*Cocos nucifera* L.) ha sido utilizada exitosamente como enraizante natural por Palacios y Vallejos (2020) en bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), en el enraizamiento de café (*Coffea canephora* var. robusta) (Guamán *et al.*, 2019), en la propagación vegetativa de babaco (*Carica pentagona* Hilb) (Erazo, 2018), en el enraizamiento de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) (Crespo, 2021) y

en eucalipto (*Eucalyptus viminalis*) (Miranda, 2016), este último recomendando su uso en concentraciones inferiores al 20%, donde en todos los casos obtuvieron resultados favorables frente la comparación con otros enraizantes naturales, debido que el agua de coco contiene en su estructura química una cantidad considerable de nutrientes, factores promotores del crecimiento, enzimas, fitohormonas como las auxinas y citoquininas (Valencia *et al.*, 2021).

La sábila se ha utilizado como enraizante por sus propiedades como antioxidante, fungicida, bacteriostático y cicatrizante, que durante el proceso de enraizamiento ,han sido relevantes para evitar complicaciones fitosanitarias por el posible efecto sinérgico entre todas sus propiedades, evitando que las estacas sean víctimas de microorganismos patógenos, al sanar las heridas del material vegetal y crear un halo de desinfección alrededor del corte durante el proceso de enraizamiento (Domínguez-Fernández *et al.* citados en Campos, 2020).

En diferentes investigaciones se ha encontrado que la sábila presenta aceites esenciales, alcaloides, glucósidos cardiotónicos, taninos, glucosa, proteínas, resinas, hormonas como auxinas y giberelinas que la hacen poseer características idóneas para el proceso de enraizamiento, además, varios autores coinciden en sustituir enraizadores de síntesis química por productos orgánicos de acuerdo a las conclusiones de sus investigaciones, recomendando el extracto de sábila en dosis del 5% p/v, 6 % y 8 % v/v con las cuales se obtienen excelentes resultados (Rodríguez 2004 citado en López y Jiménez, 2017; Jó *et al.* citados en Santos, 2012; Crespo, 2021).

MARCO METODOLÓGICO

UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La experimentación se llevó a cabo en el periodo comprendido entre el mes de septiembre y octubre del año 2022 en el vivero de la micro-estación de investigación de la Universidad de Oriente(UDO), Campus Juanico, en la urbanización Juanico, de la ciudad de Maturín, del estado Monagas, Venezuela, según información suministrada por el consejo de investigación, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas (DMS) 9°44'13''N 63°09'25'' W con altitud de 58 m.s.n.m. (Figura 1).



**Figura 1. Mapa de ubicación del ensayo (punto rojo) en la ciudad de Maturín.
Fuente: Google Maps (2023).**

SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

La recolección de las estacas se realizó de la sección apical de tallos sanos provenientes de plantas de *Ixora coccinea* L. ubicadas en el jardín de las instalaciones de la Universidad de Oriente (UDO), campus Juanico con ayuda de una tijera de podar esterilizada con solución desinfectante de cloro comercial al 10%. Las estacas seleccionadas tenían una longitud de 20 cm y un diámetro de 4 a 5 mm, las cuales se les realizó un corte en forma de bisel en el extremo basal.

SELECCIÓN DEL SUSTRATO

Se utilizó para el experimento sustrato para jardín, comúnmente comercializado en viveros de la zona, como sustrato para la siembra de estacas de *Ixora coccinea* L. y se realizó un análisis del sustrato para establecer sus características químicas en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Ecomateriales de la Universidad de Oriente (UDO), Núcleo de Monagas, campus Juanico.

PREPARACIÓN DE LOS ENRAIZANTES

La preparación de los extractos acuosos se realizó de la siguiente manera:

1. A base de lentejas:

Materiales:

- ✓ 1 taza de granos de lentejas
- ✓ Agua
- ✓ 1 recipiente con capacidad mayor a 1 litro
- ✓ 1 toalla de tela o manta
- ✓ Recipiente medidor

- ✓ Licuadora
- ✓ Colador

Preparación:

Se agregó una (1) taza de granos de lentejas(250 gramos) en un recipiente con cuatro (4) tazas de agua (1 litro) para dejarlos remojando durante la noche (8 horas) cubriendo el recipiente con una toalla para impedir el paso de la luz, conservar la humedad y garantizar las condiciones idóneas para la germinación, transcurrido el tiempo se separó el agua que los hidrataba con ayuda de un colador para ir reservándola durante toda la preparación dejando humedecidos solo los granos dentro del recipiente, nuevamente se cubrió con la toalla hasta el siguiente día, transcurrido el tiempo de reposo, se volvió a verter el agua reservada (750 ml) en el recipiente para rehidratar los granos, inmediatamente se volvió a colar para dejarlos reposar humedecidos nuevamente hasta el siguiente día, repitiendo este procedimiento hasta observar el germinado de los granos al cabo de 4 días(Figura 2), finalmente se procesaron los germinados en una licuadora añadiendo el agua reservada en todo el proceso y además se añadió una (1) taza extra de agua limpia (250 ml), se filtró la solución resultante para separar los sólidos antes de reservarla (no reservar por más de 3 días) en refrigerador (4 a 8 °C). La solución resultante fue diluida al 10% de concentración con ayuda de un recipiente medidor.

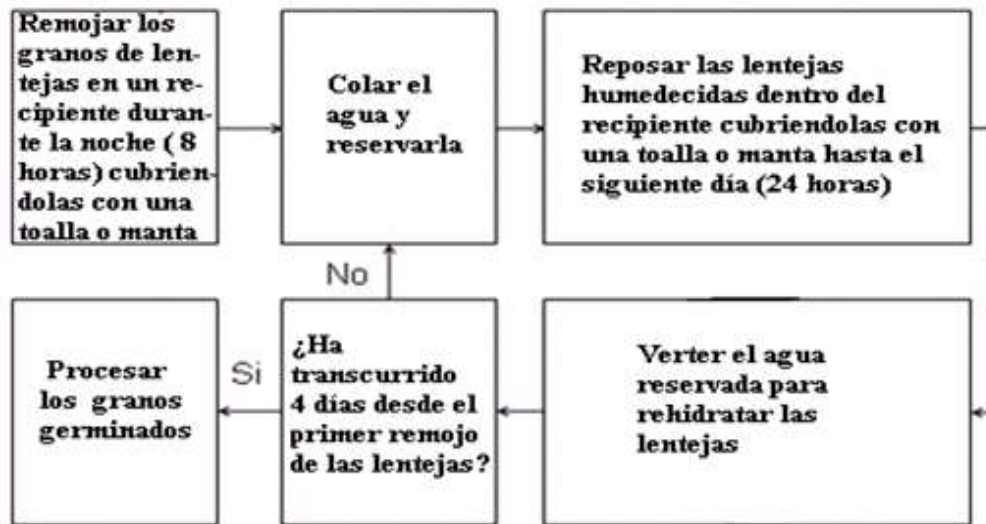


Figura 2. Germinado de granos de lentejas

2. A base de agua de coco

Materiales:

- ✓ Coco
- ✓ Machete u otro instrumento cortante
- ✓ Agua
- ✓ Recipiente medidor

Preparación:

Con ayuda de un machete se pelaron varios cocos para extraer el agua (endospermo líquido) en un recipiente medidor, hasta alcanzar un litro y se diluyó al 10% de concentración con agua limpia (10 ml de agua de coco y 90 ml de agua limpia). Se aplicó de inmediato.

3. A base de sábila

Materiales:

- ✓ Pencas de sábila
- ✓ Cuchillo
- ✓ Licuadora
- ✓ Recipiente medidor
- ✓ Agua

Preparación:

Se pelaron tres pencas de sábila con cuchillo para extraer los cristales (600 gr), se colocaron en una licuadora y se procesaron para verter la solución resultante en un recipiente, se diluyó al 8% (8 ml de gel y 92 ml de agua) de concentración con agua limpia. Se aplicó de inmediato.

1. Enraizante comercial (Ácido 1 alfa naftalen acético)

El producto químico en polvo a base del regulador de crecimiento vegetal cuyo ingrediente activo “ácido 1 alfa naftalen acético” (Cuadro 2) que promueve la formación de raíces en esquejes herbáceos o leñosos, se aplicó de inmediato.

Cuadro 2. Composición química (Hormonex)

Ingredientes	%
Ácido 1 alfa naftalen acético	0,1
Benomil	1,0
Ingredientes inertes	98,9

Fuente: Etiqueta del producto

APLICACIÓN DE ENRAIZANTES

Una vez preparados todos los extractos vegetales, las estacas de *Ixora* fueron sometidas a remojo prolongado colocando el extremo basal en las distintas soluciones enraizantes durante 30 minutos antes de la siembra, a excepción del tratamiento con el enraizador comercial "Hormonex". Para este último se dispuso de un recipiente de dos (2) centímetros de profundidad donde se colocó una cantidad del mismo para impregnar la base de las estacas recién cortadas, procurando cubrir completamente la porción impregnada en el sustrato al momento de sembrar con el medio previamente húmedo, se realizaron los riegos dos días después de la siembra.

DISEÑO EXPERIMENTAL

La unidad experimental (figura 3, figura 15 del anexo) estuvo constituida por cuarenta y nueve (49) bolsas de vivero (veinticuatro (24) destinadas para efectos de bordura), se evaluaron tres (3) extractos vegetales distintos con efectos enraizantes, los cuales fueron gel de sábila (*Aloe vera* L.), agua de coco (*Cocos nucifera* L.) y agua de lentejas (*Lens culinaris* Medik) y un (1) enraizador comercial (Hormonex), además de un (1) tratamiento testigo (sin enraizante) para un total de cinco (5) tratamientos (Cuadro 3) bajo un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro (4) repeticiones para un total de 20 unidades experimentales (980 bolsas para vivero), se realizó análisis de varianza (ANAVA) y prueba de medias Tukey con un nivel de significancia de 5%. Todos los análisis se realizaron usando el paquete estadístico Infostat2022 (versión estudiante).

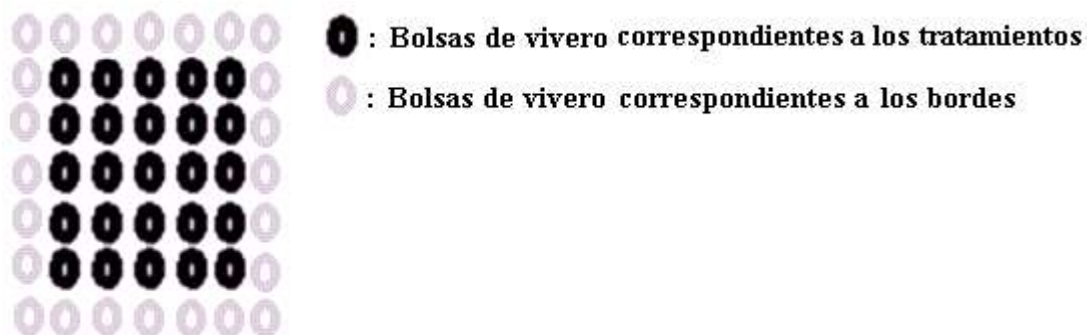


Figura 3. Unidad experimental

Cuadro 3. Tratamientos bajo estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Sin enraizante(testigo)
T2	Gel de Sábila (8%)
T3	Agua de Coco (10%)
T4	Agua de Lentejas (10%)
T5	Enraizador comercial (Hormonex)

ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO

Para el establecimiento del ensayo se utilizaron los siguientes materiales:

- ✓ Estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.)
- ✓ Soluciones enraizantes experimentales
- ✓ Bolsas de vivero con dimensiones de 15 * 14 cm
- ✓ Sacos de sustrato de jardín (sustrato)
- ✓ Tijera de podar
- ✓ Cuchillo
- ✓ Cloro comercial (i.a: hipoclorito de sodio al 5%)
- ✓ Envases plásticos (adaptados para aplicar 500 g de sustrato)
- ✓ 5 cuñetes plásticos (envase plástico de 18 litros de capacidad)

PROCEDIMIENTOS

Previamente al establecimiento del experimento, se acondicionó las instalaciones del vivero de la micro-estación de investigación, despejando las malezas y escombros para brindar mejores condiciones al área de propagación antes de colocarlas bolsas de vivero con sus respectivos materiales experimentales.

El sustrato fue desinfectado con antelación mediante el método de solarización por un periodo de tiempo de 4 semanas antes del llenado de las bolsas de vivero con envases plásticos adaptados a medida para garantizar el llenado de las 980 bolsas de vivero con aproximadamente $\frac{1}{2}$ kg de sustrato.

Las estacas de *Ixora* fueron desinfectadas previamente a la siembra agrupándolas por tratamientos y sumergiéndolas completamente en una solución desinfectante de cloro comercial al 5% con un tiempo de inmersión de 3 minutos, realizada la desinfección las estacas fueron lavadas con agua limpia en un recipiente, aplicando este procedimiento dos veces, para luego dejar reposar por 30 minutos para lograr la volatilización del cloro residual, posteriormente una vez preparados todos los enraizantes a evaluar en sus respectivos contenedores (cuñete plástico), se sumergió el extremo basal del manojo de estacas (196 estacas) colocando el extremo basal en las distintas soluciones enraizantes durante 30 minutos antes de la siembra, a excepción del tratamiento con el enraizador comercial "Hormonex", que se impregnó en el extremo de las estacas, finalmente de manera manual se realizó un hoyo de unos 7 cm de profundidad en el sustrato de cada bolsa de vivero antes de sembrar las estacas siguiendo la asignación aleatorizada (Figura 4) del diseño estadístico escogido para el experimento.

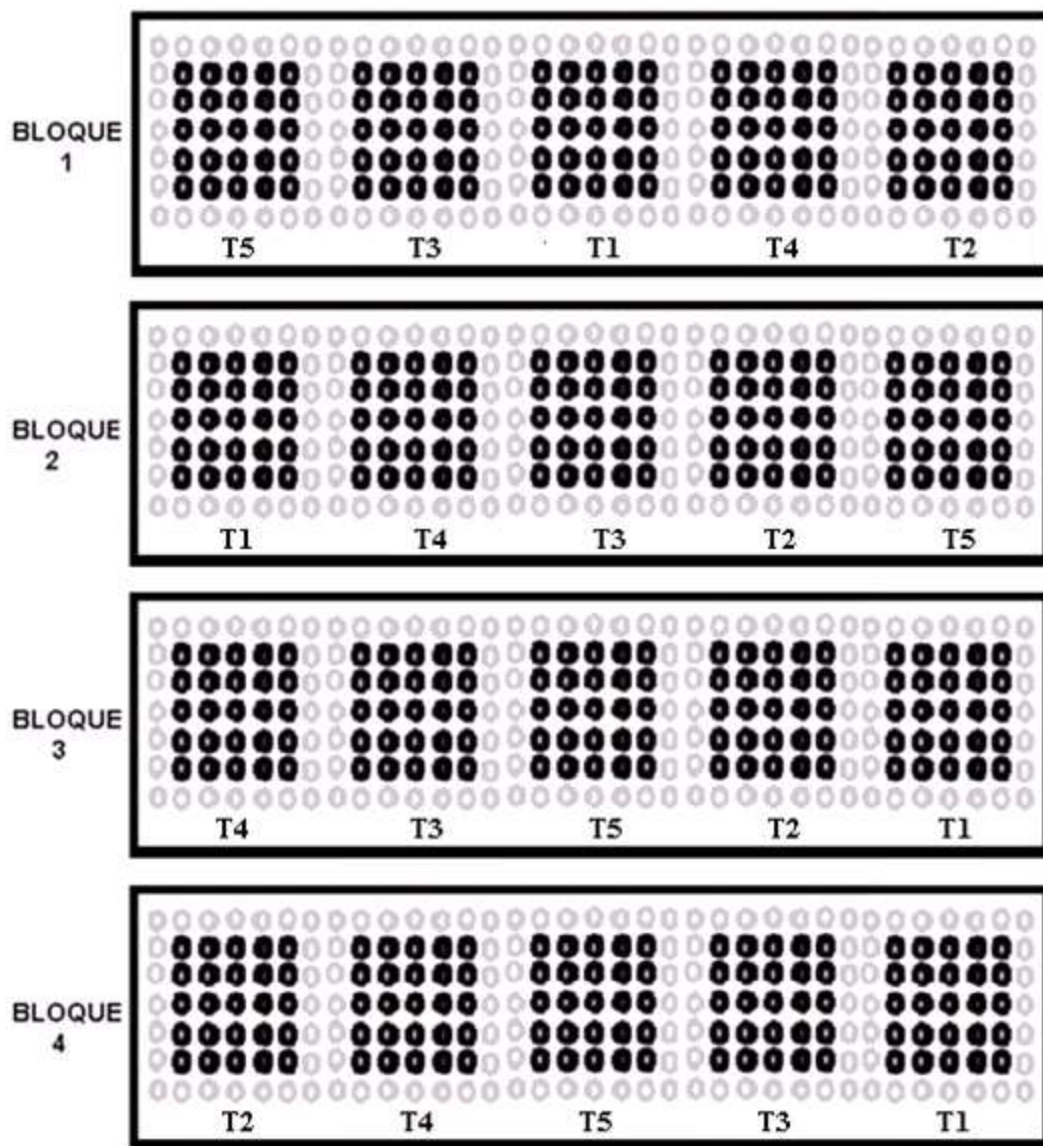


Figura 4. Asignación aleatorizada de los tratamientos

MANEJO DEL ENSAYO

Las estacas de *Ixora* fueron regadas diariamente en las primeras horas del día (7 am) aplicando 250 ml por bolsa, considerando una humedad relativa del 80%, cada 7 días se aplicaron aspersiones de fungicidas e insecticidas agroecológicos (Cuadro 4)

sobre el follaje de las plantas usando una bomba asperjadora de mano con el objeto de prevenir el ataque de hongos e insectos plagas a las estacas, la fertilización fue suplida de manera orgánica a través de compost contenido en el sustrato de vivero y el control de maleza se realizó de forma manual cuando se observaba presencia de alguna en las bolsas. Se realizaron aplicaciones mediante espolvoreo de insecticida químico Attilan® (i.a: Fenthion) justo en la entrada de los bachaqueros de la hormiga cortadora de hojas (*Atta sexdens*) cercanos al vivero antes del establecimiento del ensayo.

Cuadro 4. Insumos agroecológicos

Biopreparado	Uso	Elaboración y aplicación
Infusión de manzanilla (<i>Matricaria recutita</i> o <i>Matricaria chamomilla</i>) (FAO, 2010)	Control de hongos	Colocar 25 gr. de flores de manzanilla, frescas o secas, en un litro de agua caliente, dejar reposar por media hora, filtrar y aplicar de inmediato.
Solución de ajo (<i>Allium sativum</i>) (CET e INIA, 2017)	Repelente de insectos	25 g de ajo picado en 10 L de agua. Se aplica a la planta.

EVALUACIÓN DE VARIABLES

A partir de los 7 días después de la siembra (dds) se inició la primera lectura correspondiente a la variable sobrevivencia de estacas (conteo visual), el resto de las variables a partir de los 14 dds, escogiendo (sin reponer) cinco (5) estacas (sin incluir bordes) al azar por tratamiento (T1, T2, T3, T4 y T5) de cada bloque (1,2,3,4) y colocándolas en el área (escritorio metálico) destinada para examinar el material experimental y tomar datos de las variables bajo estudio con una frecuencia semanal hasta el cierre del experimento a los 42 dds. Después de cada evaluación semanal, se

ordenó la posición de las bolsas de vivero que corresponden al borde para mantener el efecto de bordura en cada unidad experimental.

Sobrevivencia de estacas (%): se realizó un conteo visual del número de estacas vivas (verdes y turgentes) a los siete días después de la siembra y se dividió entre el número total de estacas de cada unidad experimental (sin incluir bordes). Estos datos se utilizaron para calcular el porcentaje de sobrevivencia mediante la siguiente fórmula:

$$S = \left(\frac{EV}{TE} \right) 100$$

Donde:

S= Sobrevivencia

EV= estacas vivas

TE= Total de estacas

Para el análisis estadístico se consideró la última evaluación realizada a los 42 dds de las siguientes variables:

Número de raíces (n°): las bolsas de viveros fueron colocadas sobre un mesón metálico antes de extraer las estacas cuidadosamente del sustrato previamente humedecido, luego individualmente se sumergió el cepellón de cada estaca en un recipiente (vaso) con agua (250 ml) para agitarlas hasta dejar desnudas a las raíces, el número de las mismas se determinó mediante conteo visual.

Longitud radical (cm): expuestas las raíces, se midió con ayuda de una cinta métrica la raíz adventicia con la mayor longitud.

Volumen radical (ml): se recortaron las raíces de las estacas de cada tratamiento con un cuchillo, luego se sumergieron con ayuda de una varilla de vidrio en un cilindro graduado con un volumen de agua conocido y se registró la diferencia en el desplazamiento del líquido ocasionado por el volumen de las mismas.

Biomasa fresca radical (g): se obtuvo pesando en una balanza analítica digital con precisión de 0,001 g. la biomasa fresca de la raíz por separado de cada tratamiento.

Biomasa seca radical (g): se colocó la biomasa fresca de la raíz de cada tratamiento por separado en bolsas de papel con rotulación y se llevaron a estufa a 65 °C por una duración de 72 horas, transcurrido el lapso de tiempo se extrajeron y pesaron nuevamente las muestras para la obtención de la biomasa seca de la raíz.

Altura de la planta (cm): se midió con ayuda de cinta métrica desde el cuello hasta la yema apical de las plantas.

Número de brotes (n°): se determinó mediante conteo visual del número de brotes emitidos por estaca.

Longitud de brotes (cm): se midió con ayuda de cinta métrica el brote con la mayor longitud por estaca.

Biomasa fresca aérea (g): se obtuvo pesando la biomasa fresca aérea por separado de cada tratamiento en una balanza analítica digital con precisión de 0,001 g.

Biomasa seca aérea (g): se colocó la biomasa fresca aérea de cada tratamiento por separado en bolsas de papel con rotulación y se llevaron a estufa a 65 °C por una duración de 72 horas, transcurrido el lapso de tiempo se extrajeron y pesaron nuevamente las muestras para la obtención de la biomasa seca aérea.

Porcentaje de enraizamiento (%): consistió en registrar el número de estacas con presencia de raíces y se dividió entre el número total de estacas examinadas multiplicado por cien. Estos datos se utilizaron para calcular el porcentaje de enraizamiento mediante la siguiente fórmula:

$$PE = \left(\frac{ECR}{TE} \right) 100$$

Donde:

PE= Porcentaje de enraizamiento

ECR= Estacas con raíces

TE= Total de estacas

Análisis del efecto económico: para determinar el efecto económico, se consideró el número de estacas enraizadas en cada tratamiento (T1, T2, T3, T4 y T5) durante el experimento, la sumatoria de los costos de producción respectivamente y el precio en el momento de realizar el ensayo de una planta de *Ixora* a nivel de vivero para calcularlos factores económicos de la siguiente manera:

Relación beneficio/costo (RBC)

$$RBC = \frac{IN}{CP}$$

Dónde:

Ingreso neto

$$IN = IB - CP$$

Ingreso bruto (IB)

$$IB = (\text{número de estacas enraizadas} * \text{precio de planta en vivero})$$

Costos de producción (CP)

$$CP = \text{sumatoria de costos de insumos pertinentes a cada tratamiento}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUSTRATO

El análisis de laboratorio de las características químicas que posee el sustrato empleado para el enraizamiento de estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.) se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Caracterización del sustrato

Parámetro	Valor
P (mg/kg)	51,6
Materia orgánica (%)	20
C.I.C (meq/100g)	0,3
pH	5,42
C.E (dS/cm)	10,26

Fuente: Laboratorio de suelos, aguas y ecomateriales (UDO)

El sustrato para la ejecución del experimento se mejoró con la incorporación de material vegetal descompuesto para aumentar el porcentaje de materia orgánica, lo que permite mejorar su perfil de fertilidad; sin embargo, el pH del mismo se ubicó en un nivel por debajo de 5,5; asociado a toxicidades, deficiencias nutricionales y otras condiciones restringentes para las plantas (FAO, 2023).

SOBREVIVENCIA (S)

En el Cuadro18 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable sobrevivencia. El análisis de varianza (Cuadro 19 del apéndice) señala que no existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora*. Esta variable arrojó un promedio general de 98,80%, considerando estacas verdes y turgente a simple vista.

Resultados similares fueron encontrados por Reyes-Pérez *et al.* (2018) quienes evaluando tres (3) variedades de *Ixora coccinea* L., en tres (3) sustratos (arena, arroz quemado y tierra de bosque) con la aplicación de los reguladores de crecimiento ácido naftalen-acético (ANA) y ácido indol-butírico (AIB), lograron obtener un porcentaje de sobrevivencia del 100% de las estacas.

De igual forma, los datos observados coinciden con Villon (2021) al no encontrar diferencia significativa entre los tratamientos (T1: 100ml *Aloe vera*, T2: 200 ml *Aloe vera*, T3: 58 ml hormonagro y T4: testigo) donde el mayor porcentaje de sobrevivencia observado fue 81,25% (T3) y el menor 50,75% (T1) en estacas de café robusta (*Coffea canephora*).

NÚMERO DE RAÍCES (NR)

En el Cuadro 20 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable número de raíces. El análisis de varianza (Cuadro 21 del apéndice) señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados para el enraizamiento de estacas de *Ixora*, según la prueba de medias de Tukey (Cuadro 6) en función de la variable número de raíces, donde los tratamientos T4 (agua de lentejas) y T2 (gel de sábila) con 13,90 y 13,70 número de raíces respectivamente, fueron los mayores valores observados, comportándose estadísticamente igual y superando al T1 (testigo) que mostro un valor de 10,30 por encima de los tratamientos T3 (agua de coco) y T5 (hormonex), los cuales presentaron los menores valores con 7,15 y 7,55 número de raíces.

Cuadro 6. Número de raíces a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (n°)	Ámbito
T4 (agua de lentejas)	13,90	A
T2 (gel de sábila)	13,70	A
T1 (testigo)	10,30	B
T5 (hormonex)	7,55	C
T3 (agua de coco)	7,15	C

Coeficiente de variación = 2,53 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Los resultados mostrados en esta investigación coinciden con los presentados por Reyes-Pérez (2018) quien encontró diferencias significativas entre los tratamientos, resaltando que el mejor resultado se obtuvo en la variedad de *Ixora coccinea* L. roja, usando como sustrato arena y aplicando 1.5 ml/kg de ANA (ácido naftalenacético) y AIB (ácido indolbutírico), reportando medias superiores a las observadas con 89 raíces, y en menor medida en la variedad de *Ixora coccinea* L. amarilla, con arroz quemado como sustrato y usando 1 ml/kg de ANA y AIB con 8,63 número de raíces.

En este mismo sentido los datos aquí observados coinciden con Santos (2012) al encontrar diferencia significativa entre los tratamientos (T1: *Aloe vera* al 6%, T2: *Aloe vera* al 8%, T3: *Aloe vera* al 10% y T4: testigo) indicando que no todas las concentraciones tuvieron el mismo efecto sobre el número de raíces en estacas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.), donde se observó que a concentraciones del 6 y 8% se obtuvo 3,3 y 3,3 número de raíces respectivamente, siendo superiores significativamente a las concentraciones de 10% y testigo con 2,3 y 2,2 número de raíces respectivamente, siendo valores inferiores al observado en este ensayo (13,70 número de raíces) en el tratamiento T2 (gel de sábila) (Cuadro 6).

Según el modelo Skoog-Miller de la organogénesis, la inducción para la formación de raíces (rizogénesis) es promovida por el balance auxina/citoquinina

favorable a las auxinas (Azcón-Bieto y Talon, 2013), por lo que podemos inferir que el tratamiento de T4 (agua de lentejas) presentó la mayor concentración de auxinas estimulando en mayor medida el número de raíces promedio (13,90), así lo asevera Hernández (2014), quien indica que las lentejas presentan reguladores de crecimiento como las auxinas y las citoquininas, superando al resto de los tratamientos, siendo T3 (agua de coco) el tratamiento con el menor promedio en el número de raíces (7,15)..

LONGITUD RADICAL (LR)

En el Cuadro 22 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable longitud de raíces. El análisis de varianza (Cuadro 23 del apéndice) señala que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* según la prueba de medias de Tukey en función de la variable longitud radical, se puede observar (Cuadro 7) que el tratamiento T1 obtuvo el mayor promedio en la longitud radical (9,30 cm), con diferencia estadística con el resto de tratamientos, siendo los tratamientos T3 (4,18 cm) y T2 (4,13 cm) las menores longitudes radicales observadas.

Cuadro 7. Longitud radical a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (cm)	Ámbito
T1 (testigo)	9,30	A
T4 (agua de lentejas)	7,73	B
T5 (hormonex)	7,28	B
T3 (agua de coco)	4,18	C
T2 (gel de sábila)	4,13	C

Coefficiente de variación = 6,98 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En este sentido, se difiere con los resultados obtenidos por Villon (2021) al no encontrar diferencia significativa entre los tratamientos (T1: 100 ml *Aloe vera*, T2:

200 ml *Aloe vera*, T3: 58 ml Hormonagro y T4: testigo) en estacas de café robusta (*Coffea canephora*), con un coeficiente de variación de 59,25%; sin embargo, se coincide que la mayor longitud de raíces en las estacas (*Coffea canephora*) fue observada en el tratamiento testigo con 6,1cm de largo, a pesar de ser especies diferentes se observó un comportamiento similar en dicho tratamiento.

Por otro lado, los resultados observados difieren con Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2020) quienes encontraron efectos similares al evaluar la longitud radical en una combinación de diferentes sustratos con enraizantes naturales y uno comercial (i.a: ácido naftalenacetico) en la propagación vegetativa de la especie de *Ficus benjamina*, donde numéricamente siguiendo un orden en el promedio de las longitudes de raíces estuvo en primer lugar el tratamiento con gel de sábila empleado como enraizante natural con 13,42 cm; seguido en segundo lugar por el tratamiento con agua de coco con 12,11 cm; en tercer lugar el tratamiento con fitoregulador comercial (i.a: ácido naftalenacetico) con 10,46 cm y en el último lugar el tratamiento sin enraizante (testigo) con 9,78 cm, donde no existió diferencia significativa entre los tratamientos, según Arce (2014) citado por Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2020), existen numerosos estudios donde plantean que la longitud radical está influenciada por el sustrato, no coincidiendo con los resultados aquí observados (Cuadro 7) encontrando diferencia significativa entre los tratamientos, donde el único factor de variación fue el origen de la solución enraizante.

VOLUMEN RADICAL (VR)

En el Cuadro 24 del apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable volumen radical. El análisis de varianza (Cuadro 25 del apéndice) muestra que hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.) según el Cuadro 8, en función del volumen radical, indica

que el tratamiento T4 presentó el mayor valor promedio (0,18 ml) y diferente al resto de los tratamientos, siendo el tratamiento T3 (0,03 ml) el menor valor promedio.

Cuadro 8. Volumen radical a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (ml)	Ámbito
T4 (agua de lentejas)	0,18	A
T2 (gel de sábila)	0,13	B
T1 (Testigo)	0,13	B
T5 (homonex)	0,08	C
T3 (agua de coco)	0,03	D

Coeficiente de variación = 13,35 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En este sentido, los resultados observados coinciden con Erazo (2018) al encontrar diferencia estadística por efectos de los tratamientos con respecto al volumen radical (S1D1: agua de coco al 5%, S1D2: agua de coco al 10%, S1D3: agua de coco al 15%, S2D1: extracto de sábila al 5%, S2D2: extracto de sábila al 10%, S2D3: extracto de sábila al 15%, S3D1: extracto de sauce al 5%, S3D2: extracto de sauce 10%, S3D3: extracto de sauce 15%, T:testigo) donde el mayor volumen radicular observado en la especie *Carica pentagona* Hilb. fue de 12,67 mm con el tratamiento agua de coco al 15%, resultando estadísticamente diferente de los volúmenes radiculares con los otros tratamientos, siendo comparada con el testigo (6,43mm) manifiesta una diferencia muy marcada e inferior.

Así mismo, Chipantiza (2012) con el objeto de estudiar el efecto de interacción entre el tiempo de contacto (T1: 2 horas, T2: 1,5 horas y T3: 1 hora) y diferentes dosis (D1: 2 g/l, D2: 1,5 g/l y D3: 1 g/l) del producto “Hormonagro 1” (i.a: ácido naftalenacético) para la producción de plántulas de la vid (*Vitis vinífera*) a partir de estacas, coincide al determinar diferencia significativa entre los tratamientos con respecto a esta variable; destacando en primer lugar el tratamiento T1D1 (2 horas * 2

g/l) con una media de 13,37 ml; seguido por T2D1 (1,5 horas * 2g/L) con una media de 12,23 ml y de tercer lugar T3D1 (1 hora * 2g/L) con una media de 11,20 ml; los cuales resultaron ser estadísticamente iguales, pero diferentes al tratamiento testigo con un volumen promedio de 1,40 ml; concluyendo que dicha diferencia es debido a la no utilización del producto “Hormonagro 1” para lograr una mejor formación de raíces, resultando ser el único tratamiento estadísticamente diferente al resto, ya que Lewandowski (1968) citado por Chipantiza (2012) señala la importancia fundamental de utilizar sustancias hormonales, ya que su investigación demostró que “Hormonagro 1” promueve la formación de raíces y en 10 días se obtuvo enraizamiento de estacas de la vid; lo observado difiere con lo antes mencionado, donde la media obtenida con el producto sintético Hormonex (i.e: ácido naftalenacético)(T5) fue estadísticamente diferente e inferior al tratamiento testigo (T1) con un volumen radical promedio de 0,08 y 0,13 ml respectivamente (Cuadro 8).

Estos datos difieren con los de Montenegro (2018) al evaluar el efecto de dos enraizantes (T1: "Root hoor" i.e: ácido indol 3 butírico + ácido alfa naftalenacético: 10 ml + 1 litro de agua, T2: agua de coco: 750 ml + 4 litros de agua, T3: testigo) sobre el volumen radicular en el cultivo de plántones de bambú (*Guadua angustifolia*) al no encontrar diferencias significativas entre los mismos, donde numéricamente se registró que el tratamiento T2 (agua de coco) obtuvo el mejor volumen radicular con una media de 29 cm³, seguido del tratamiento T1 (Root hoor) el cual obtuvo 27 cm³ de volumen radicular, mientras que para el tratamiento T3 (testigo) el cual no se le aplicó nada obtuvo un volumen radicular de 26 cm³.

Las plantas al ser cultivadas en pequeños contenedores, se hallan limitadas por el volumen del sustrato disponible en el mismo, ya que el contenido hídrico, la concentración de oxígeno y la disponibilidad de solutos, causan fluctuaciones en el crecimiento radical en cortos períodos de tiempo (Bochi *et al.* 2017), al respecto, para este ensayo fueron usadas bolsas de polietileno del mismo tamaño y llenas

cuidadosamente con la misma cantidad de sustrato (500 g) con la intención de bloquear el efecto que ejerce las diferencias en las dimensiones del contenedor y la cantidad de sustrato, por lo que se puede inferir que las diferencias significativas en la variable de volumen radical, fueron ocasionadas por efecto de los tratamientos, recalcando nuevamente los efectos de las interacciones del modelo de Skoog-Miller a favor de una mayor concentración de auxinas en el balance auxinas/citoquininas de cada tratamiento bajo estudio.

BIOMASA FRESCA RADICAL (BFR)

En el Cuadro 26 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable biomasa fresca radical. El análisis de varianza (Cuadro 27 del apéndice) muestra que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* según la prueba de medias de Tukey en función de la biomasa fresca radical indicando que el tratamiento T4 presentó el mayor valor promedio (0,1432 g), superior al resto de los tratamientos (Cuadro 9), siendo el tratamiento T3 el menor valor promedio observado (0,0124 g).

Cuadro 9. Biomasa fresca radical a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (gr)	Ámbito
T4 (agua de lentejas)	0,1432	A
T2 (gel de sábila)	0,1383	B
T1 (testigo)	0,1062	C
T5(hormonex)	0,0623	D
T3 (agua de coco)	0,0124	E

Coeficiente de variación = 0,98 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En este sentido, las diferencias observadas coinciden con Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2020) quienes reportan encontrar diferencia significativa entre los

tratamientos al comparar los efectos en el peso fresco de raíces en estacas de *Ficus benjamina*. El tratamiento A2B3 (tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de sábila) con el fitoregulador natural extraído de *Aloe vera* presentó una media de 10,75 g; siendo superior que las medias reportadas en las demás combinaciones con el tratamiento testigo, donde los tratamientos A1B4 (arena de río + hojarasca de cacao + testigo) y A2B4 (tierra amarilla + cascarilla de arroz + testigo) presentaron las menores medias con valores de 2,75 y 3,50 g, respectivamente. De igual forma, los datos observados coinciden con Crespo (2021) quien reportó diferencias significativas entre los distintos tratamientos de fitoreguladores naturales (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: testigo “Hormonagro”) al evaluar los efectos en la biomasa fresca de raíces en estacas de cacao CCN 51 (*Theobroma cacao* L.) donde los mayores valores se obtuvieron en T3 (sábila) y T2 (agua de coco) con una media de 2.4 y 2.3 g respectivamente, seguido de T1 (agua de lenteja) con 1,9 g y finalmente con un comportamiento inferior, el testigo “Hormonagro” con 1.6 g.

Por otro lado, los datos observados difieren con León et al. (2019) en su trabajo experimental para valorar la eficacia de enraizantes tanto químicos como vegetales y la capacidad rizogénica propia de la planta de café robusta (*Coffea canephora*) mediante distintos tratamientos (T1: ácido alfa-naftalenacético, T2: ácido acetilsalicílico, T3: *Aloe vera* y T4: testigo absoluto) reportando comportamientos estadísticamente similares entre tratamientos, sin encontrar diferencias significativas donde el mayor promedio de la biomasa fresca de raíces fue de 0,19 g (T1) y el menor fue de 0,102 g (T3).

La importancia de analizar la biomasa fresca en las plantas radica en la determinación cuantitativa del contenido de agua presente en el tejido vegetal (González et al. 2018). Al respecto, la biomasa fresca de raíces presentó un comportamiento estadísticamente diferente entre los tratamientos, observándose que los máximos valores correspondieron al tratamiento T4 (agua de lentejas) y el menor

observado correspondieron al tratamiento T3 (agua de coco), incluso se puede apreciar que el comportamiento estadístico se mantiene según los resultados obtenidos en la variable de volumen radical (Cuadro 8).

BIOMASA SECA RADICAL (BSR)

En el Cuadro 28 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable biomasa seca radical. El análisis de varianza (Cuadro 29 del apéndice) muestra que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.) según la prueba de medias de Tukey en función de la biomasa seca radical, indicando que el tratamiento T1 presentó el mayor valor promedio (0,0154 g), superior al resto de los tratamientos (Cuadro 10), siendo T3 el tratamiento con el menor valor promedio (0,0021 g).

Los resultados observados coinciden con Crespo (2021) al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: testigo “Hormonagro”) en la variable peso seco en raíces de cacao CCN-51 (*Therobroma cacao* L.), donde el tratamiento T2 (agua de coco) y el tratamiento T3 (sábila) obtuvieron las mayores medias (1,2 y 1,1 g), pero difieren en el comportamiento de los tratamientos T2 (gel de sábila) y T3 (agua de coco), ya que estos presentaron los menores valores con diferencia significativa entre ellos (Cuadro 10 y figura 9).

Similares resultados reporta Villon (2021) en su evaluación con distintas dosis de gel de *Aloe vera* para lograr enraizar estacas de café robusta (*Coffea canephora*) encontrando de igual forma diferencia significativa en el peso seco de raíces, donde el mejor promedio lo obtuvo el tratamiento T4 (testigo) con 0,8 g; seguido el tratamiento T3 (58ml de Hormonagro) con 0,4 g y los menores promedios fueron

observados en el tratamiento T1 (100ml de *Aloe vera*) y T2 (200ml de *Aloe vera*) con 0,1 y 0,2 g respectivamente.

Cuadro 10. Biomasa seca radical a los 42 días dds

Tratamientos	Medias (gr)	Ámbito
T1 (testigo)	0,0154	A
T4 (agua de lentejas)	0,0148	B
T2 (gel de sábila)	0,0121	C
T5 (homonex)	0,0049	D
T3 (agua de coco)	0,0021	E

Coeficiente de variación = 2,14 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Por otro lado, los resultados observados difieren con León et al. (2019) quienes no encontraron diferencias significativas, pero numéricamente se pudo observar que los tratamientos T1 (ácido alfa-naftalenacético) y T2 (ácido acetilsalicílico) presentaron los mayores promedios con 0,040 y 0,040 g respectivamente, y los menores promedios fueron observados en los tratamientos T4 (testigo) y T3 (*Aloe vera*) con 0,021 y 0,020 g, respectivamente.

La importancia del análisis del peso seco radica en la determinación cuantitativa del contenido de materia seca acumulada (González et al. 2018). Al respecto, la biomasa seca de raíces tuvo un comportamiento estadísticamente diferentes entre los tratamientos, observándose que el máximo valor correspondió al tratamiento T1 (testigo) y el menor correspondió al tratamiento T3 (agua de Coco), teniendo estos un comportamiento superior y diferente al observado en los resultados de BFR (Cuadro 9), por lo que se puede deducir que posiblemente los tratamientos bajo estudio contribuyeron al efecto de acumular diferentes cantidades de materia seca en las raíces.

ALTURA DE LA PLANTA (AP)

En el Cuadro 30 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable altura de la planta. El análisis de varianza (Cuadro 31 del apéndice) señala que hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.) según la prueba de medias de Tukey en función de la variable altura de la planta, los tratamientos T2 (14,40cm) y T1 (14,26cm) presentaron las mayores alturas observadas (Cuadro 11), pero con diferencia estadística entre ellos, mientras que la menor altura fue observada en el tratamiento T3 (13,26cm).

Cuadro 11. Altura de la planta a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (cm)	Ámbito
T2 (gel de sábila)	14,40	A
T1 (testigo)	14,26	B
T5 (hormonex)	13,53	C
T4 (agua de lentejas)	13,44	D
T3 (agua de coco)	13,26	E

Coeficiente de variación = 0,25 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Los resultados observados, difieren con Bendezú (2015) quien reporta que la altura promedio de esquejes y estaquillas de la especie *Stevia rebaudiana* tomados como factor de variación en un experimento tratados con una única dosis del regulador de crecimiento ácido indol-acético (4 ml por litro de agua) fueron de 14,55 y 12,59 cm respectivamente; comparado con los testigos (esquejes testigo y estaquilla testigo con 12,90 y 12,15 cm de altura promedio respectivamente) no presentaron diferencia significativa con respecto a la altura de la planta.

En relación a estos resultados, se coincide con los planteados con Reyes-Pérez *et al.* (2018) que encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de dicha variable, usando tres (3) sustratos distintos (arena, arroz quemado y tierra de bosque) y la combinación de los reguladores de crecimiento ANA (ácido naftalenacético) y AIB (ácido indolbutírico) en tres (3) variedades de *Ixora coccinea* L. (amarilla, rosada y roja), donde los mayores valores promedios fueron observados en la variedad de *Ixora* amarilla, sembrada en el sustrato de arroz quemado con 2 ml/kg de ANA y AIB, alcanzando promedios de altura de 13,46cm, seguido del tratamiento con la variedad de *Ixora* amarilla, sembrada en el sustrato de tierra de bosque con 1 ml/kg de ANA y AIB alcanzando un promedio de altura de 13,03 cm.

Estos resultados difieren de Guamán *et al.* (2019) quienes no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: Hormonagro® i.a: ácido naftalenacético “tratamiento control”) sobre esta variable al evaluar cuatro tipos de enraizantes aplicados a esquejes de café robusta (*Coffea canephora*), donde la mayor altura promedio se observó en T4 (Hormonagro®) con 8,2 cm; mientras que la menor altura promedio se observó con T1 (agua de lenteja) con 7,2cm.

Según señalan Azcón-Bieto y Talón (2013) la giberelina es un fitoregulador de crecimiento que regula múltiples aspectos de desarrollo, entre ellos el crecimiento del tallo, por lo que un aumento de los niveles endógenos del mismo en las estacas logran el efecto de estimular la elongación del tallo aumentando en altura, el tratamiento T2 (gel de sábila) presentó la mayor altura en las plantas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.) con diferencia significativa del resto de tratamientos, posiblemente por la cantidad suficiente de giberelinas que se encuentran presentes en la composición química de la sábila (*Aloe vera*) (Domínguez-Hernández *et al.*, 2011).

NÚMERO DE BROTES (NB)

En el Cuadro 32 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable número de brotes. El análisis de varianza (Cuadro 33 del apéndice) señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* según la prueba de medias de Tukey en función de la variable número de brotes, resultó que T5 es el mejor tratamiento (Cuadro 12) con 4,75 número de brotes, mientras que el tratamiento T2 presentó el menor valor promedio de número de brotes (1,00).

Cuadro 12. Número de brotes a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (n°)	Ámbito
T5 (hormonex)	4,75	A
T3 (agua de coco)	4,00	B
T4 (agua de lentejas)	3,90	B
T1 (testigo)	1,15	C
T2 (gel de sábila)	1,00	C

Coefficiente de variación = 5,82 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Al igual que los resultados obtenidos en este trabajo, Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2020) encontraron diferencia significativa entre tratamientos al comparar las medias en el número de brotes de estacas de *Ficus benjamina* mediante el uso de enraizantes alternativos, los cuales reportan resultados inferiores con el tratamiento *Aloe vera* (1,95 número de brotes) y con el tratamiento ANA (ácido naftalenacético) (1,15 número de brotes), pero superiores con el tratamiento agua de coco (1,48 número de brotes) y el tratamiento testigo (1,30 número de brotes) con respecto a los resultados observados en este ensayo (Cuadro 12).

Estos resultados difieren con lo observado por Santos (2012) que no encontró diferencia significativa entre los tratamientos (T1: *Aloe vera* al 6%, T2: *Aloe vera* al 8%, T3: *Aloe vera* al 10% t T4: testigo) en evaluaciones realizadas a los 28 días en estacas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) donde el coeficiente de variación fue de 28,9% y un promedio general de 1,86 número de brotes. De igual forma, no se coincide con los resultados obtenidos por Crespo (2021), ya que reporta promedios en el número de brotes que no presentan diferencia significativa entre los tratamientos (T1: agua de Lentejas, T2: agua de Coco, T3: Sábila y T4: testigo), donde numéricamente el T3 (sábila) presentó el mayor número de brotes (1,6) mientras que el menor promedio lo obtuvo el tratamiento testigo “Hormonagro” (1,3).

Según el modelo Skoog-Miller de la organogénesis, la diferenciación de yemas vegetativas (caulogénesis) es promovida por el balance auxina/citoquinina favorable a las citoquininas, ocasionando una proliferación de yemas axilares (Azcón-bieto y Talon, 2013), por lo que se puede indicar que los resultados observados en el tratamiento T3 (agua de Coco) se debe a la presencia de citoquininas en su composición química (Valencia *et al.*, 2021), ya que alcanzó uno de los mayores promedio (4,00 número de brotes) en esta variable, sin embargo, el comportamiento superior y diferente manifestado por el tratamiento T5 (Hormonex)(Cuadro 12) no coincide con el modelo anteriormente explicado, ya que su balance auxina/citoquinina se debe encontrar en proporciones desfavorables con las citoquininas, debido a la naturaleza auxínica del ingrediente activo en este tratamiento (i.a: ácido naftalenacético).

LONGITUD DE BROTE (LB)

En el Cuadro 34 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable longitud de brotes. El análisis de varianza (Cuadro 35 del apéndice) señala que si existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados en estacas de

Ixora (*Ixora coccinea* L.). Según la prueba de medias de Tukey en función de la variable longitud de brotes, se puede observar que el tratamiento T2 (Cuadro 13) obtuvo el mayor resultado en el promedio de la longitud de brotes (1,40cm), siendo estadísticamente diferente al tratamiento T3 (0,26cm), representando el tratamiento con el menor valor promedio en la longitud de brotes observados.

Los datos obtenidos en este trabajo coinciden con Lucero (2013) al reportar diferencia significativa entre los tratamientos en el factor regulador de crecimiento vegetal en un estudio realizado con el enraizamiento de estacas de café robusta (*Coffea canephora*) mediante las combinaciones de cuatro (4) distintos sustratos (S1: suelo arcilloso 50 %, cascarillas de arroz 30 %, fibra de palma 20 %, S2: pomina 100%, S3: arena 100% y S4: aserrín), dos (2) reguladores de crecimiento (H1: ácido alfa-naftalenacético y H2: ácido indolbutírico) y distintas dosis de aplicación, donde el mayor valor se obtuvo con H1 (ácido alfa-naftalenacético) y el menor valor se obtuvo con H2 (ácido indolbutírico) con un promedio de 1,71 y 1,41 cm en la longitud de brotes respectivamente.

Cuadro 13. Longitud de brotes a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (cm)	Ámbito
T2 (gel de sábila)	1,40	A
T1 (testigo)	1,26	B
T5 (hormonex)	0,53	C
T4 (agua de lentejas)	0,44	D
T3 (agua de coco)	0,26	E

Coefficiente de variación = 4,35 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Por otro lado León *et al.*(2019) reportan no haber encontrado diferencia significativa entre los tratamientos (T1: ácido alfa-naftalenacético, T2: ácido acetilsalicílico, T3: *Aloe vera* y T4: testigo) en la variable longitud de brotes al

momento de enraizar estacas de café robusta (*Coffea canephora*), donde el menor valor se obtuvo en T1 (1,22 cm) y el mayor valor se obtuvo en T3 (3,60 cm), coincidiendo los datos aquí observados con sus resultados, ya que el tratamiento con *Aloe vera* (T2: gel de sábila) obtuvo los mayores promedios en esta variable (Cuadro 13).

El tratamiento T2 (gel de sábila) presentó el mayor promedio en la longitud de brotes (LB) con diferencia significativa del resto de los tratamientos, donde se observa una relación inversamente proporcional con respecto a la variable número de brotes (NB) (Cuadro 12), permitiendo deducir que una menor proliferación en los brotes incidió en una mayor longitud de los mismos y viceversa.

BIOMASA FRESCA AÉREA (BFA)

En el Cuadro 36 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable biomasa fresca aérea. El análisis de varianza (Cuadro 37 del apéndice) no encontró diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.). Según la prueba de medias de Tukey en función a la biomasa fresca aérea, el promedio general fue de 1,99 g con un coeficiente de variación de 11,07 %.

En este sentido, los resultados observados difieren con Crespo (2021) ya que entre los tratamientos al evaluar diferentes tipos de hormonas naturales (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: testigo) en vivero de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) encontró diferencia significativa, donde la biomasa fresca de la parte aérea más sobresalientes fue el testigo “Hormonagro” (8,2 g), seguido de T2 (7,9 g) y T3 (7,4 g) siendo estadísticamente iguales, pero diferentes a T1 (6,6 g), con el menor valor promedio. De forma similar, Lastiri-Hernández y Álvarez-Bernal (2020) reportaron diferencias significativas entre los efectos de distintas

concentraciones de la auxina AIB (ácido indolbutírico) en la biomasa fresca aérea tanto de la sección basal-intermedia como intermedia-apical de esquejes de *Sesuvium verrucosum* después de ser expuestas a diferentes concentraciones (0, 800, 1200, 1600, 2000 y 4000 mg/L) donde la mayor media fue observada en estacas de la sección intermedia-apical con el nivel de concentración de 4000 mg/L de AIB y la menor media fue observada en estacas de la sección basal-intermedia con 0 mg/L de AIB (testigo), pero la media observada en el tratamiento testigo (T1) del presente ensayo coincide comparativamente con dichos resultados, siendo la media más baja en comparación al resto de los tratamientos (Cuadro 36 del apéndice).

Al respecto, la biomasa fresca aérea conformada por hojas, ramas y tallo tuvo un comportamiento estadísticamente igual entre los distintos tratamientos, observándose que numéricamente el máximo valor correspondió al tratamiento T3 (agua de coco) y el menor al tratamiento T1 (testigo)(Cuadro 36 del apéndice).

BIOMASA SECA AÉREA (BSA)

En el Cuadro 38 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable biomasa seca aérea. El análisis de varianza (Cuadro 39 del apéndice) señala que hubo diferencia significativa entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.). Según la prueba de medias de Tukey en función de la biomasa seca aérea, indicando que los mayores valores observados en los tratamientos T3 (1,00 g), T5 (0,99 g), T2 (0,91 g) y T4 (0,88 g) son estadísticamente iguales (Cuadro 14), pero diferentes al tratamiento T1 (0,71 g), siendo el menor valor promedio.

De forma similar se coincide con lo observado por Borges *et al.* (2016) al estudiar el efecto fitoestimulador de extractos vegetales acuosos al 10% p/v usando brotes tiernos (cogollos) de albahaca (*Ocimum basilicum*), chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), malamadre (*Kalanchoe pinnata*), matarratón (*Gliricidia sepium*), poleo

(*Melissa officinalis*), orégano (*Coleus amboinicus*), cristal de sábila (*Aloe vera*), así como agua + etanol al 2% y un tratamiento testigo en estacas de morera (*Morus alba* L.) durante su aviveramiento, donde transcurrido 30 días, se logró determinar diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento con el extracto de orégano (1,37 g) el más sobresaliente con la mayor biomasa seca de la fracción aérea superando al resto, siendo el tratamiento testigo el menos sobresaliente (0,67 g), coincidiendo con lo observado en el presente ensayo como el tratamiento (testigo) con el menor promedio en la biomasa seca aérea en comparación al resto (0,7070 g) (Cuadro 14).

Por otra parte se difiere con lo reportado por Crespo (2021) al señalar efectos similares en la biomasa aérea en estacas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con distintos fitoreguladores naturales (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: testigo "Hormonagro"), donde numéricamente el mayor valor promedio lo obtuvo el testigo "Hormonagro" (4,1 g), mientras que T1 (agua de lentejas) obtuvo el menor promedio (3,3 g) sin detectar diferencia significativa entre los tratamientos.

El análisis de la biomasa fresca y seca de muestras vegetales pueden ser usadas durante un mismo experimento, de esta forma se obtiene mayor información sobre el comportamiento de la planta (Quintero y Correa, 2010). Al respecto, la biomasa seca aérea tuvo un comportamiento estadísticamente diferente entre los tratamientos, observándose que el mayor promedio correspondió al tratamiento T3 (agua de coco) y el menor correspondió al tratamiento T1 (testigo), siendo un comportamiento no esperado si las proporciones de materia seca en los distintos tratamientos se mantenían semejantes, ya que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de la BFA (Cuadro 37 del apéndice), por lo tanto, no tuvo que existir diferencia significativa en la BSA (Cuadro 14), a menos que haya ocurrido el mismo evento observado en BSR (Cuadro 10) donde posiblemente los tratamientos bajo

estudio formaron parte de los efectos que ocasionaron diferencias en la acumulación de materia seca de la biomasa aérea.

Cuadro 14. Biomasa seca aérea a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (gr)	Ámbito
T3 (agua de coco)	1,0030	A
T5 (hormonex)	0,9915	A
T2 (gel de sábila)	0,9130	AB
T4 (agua de lentejas)	0,8845	AB
T1 (testigo)	0,7070	B

Coefficiente de variación = 12,26 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO (PE)

En el Cuadro 40 del apéndice se muestran los totales y promedios para la variable porcentaje de enraizamiento. El análisis de varianza (Cuadro 41 del apéndice) señala que hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en estacas de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.). Según la prueba de medias de Tukey en función del porcentaje de enraizamiento, los mayores valores observados fueron de 85% en los tratamientos T1, 80% en T4 y 65% en T5, siendo estadísticamente iguales (Cuadro 15), pero diferentes a los tratamientos T2 y T3 con un promedio de 55% y 30% respectivamente.

Cuadro 15. Porcentaje de enraizamiento a los 42 días dds.

Tratamientos	Medias (%)	Ámbito
T1 (testigo)	85	A
T4 (agua de lentejas)	80	A
T5 (hormonex)	65	AB
T2 (gel de sábila)	55	B
T3 (agua de coco)	30	C

Coefficiente de variación = 15,06 %.

1/ Promedio de cuatro repeticiones. Tratamientos con la misma letra o agrupación en la columna son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En este sentido, estos resultados observados difieren con lo reportado por Crespo (2021) quien encontró efectos similares entre los tratamientos (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: testigo “Hormonagro”) en el enraizamiento de estacas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.), señalando que numéricamente el mayor promedio de enraizamiento lo obtuvo el tratamiento T3 (sábila) con 21,3%; seguido el tratamiento testigo (“Hormonagro”) con un valor promedio de 21%, mientras que el menor promedio lo obtuvo el tratamiento T1 (agua de lentejas) con 16% de enraizamiento.

Al respecto, los resultados aquí observados difieren con Villon (2021) quien reporta efectos similares en los tratamientos evaluados (T1: 100 ml *Aloe vera*, T2: 200 ml *Aloe vera*, T3: 58 ml "Hormonagro 1" y T4: testigo) sobre estacas de café robusta (*Coffea canephora*) al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de enraizamiento; sin embargo, coincide que el tratamiento testigo fue el más sobresaliente (29,17%), superando al tratamiento con hormona sintética “Hormonagro 1” (20%), siendo T1 el tratamiento con el menor porcentaje de enraizamiento (8,82%). De forma similar, los resultados observados difieren con Campos (2020) reportando que los tratamientos bajo estudio (T1: ácido naftalenacético, T2: ácido acetilsalicílico, T3: *Aloe vera* y T4: testigo) no presentaron diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento en estacas de café robusta (*Coffea canephora*).

Hartmann y Kester (1991) citado por Pulido *et al.* (2018) afirman que la formación de raíces adventicias puede depender de ciertos factores inherentes no translocables, determinados por el genotipo de las células individuales del tejido y a factores endógenos presentes en cada individuo, por lo que muchas especies han demostrado poseer suficiente cantidad de auxinas naturales para promover el enraizamiento, coincidiendo con lo observado, donde la especie *Ixora coccinea* L. demostró tener la suficiente capacidad rizogénica de dar una respuesta competitiva en

el porcentaje de enraizamiento, incluso las medias observadas de los tratamientos a base de extractos naturales (T2: sábila, T3: agua de coco y T4: agua de lentejas) y sintético (T5: Hormonex) no superaron la media obtenida (Cuadro 15) por el tratamiento testigo (85%), siendo un resultado superior a los de Villón (2021), el cual reporta 29,17% y a los de Campos (2020) con 55% en el tratamiento testigo de sus respectivas investigaciones realizadas con la especie *Coffea canephora*.

Según la composición química de enraizadores sintéticos y extractos vegetales, se encuentran presentes reguladores de crecimiento vegetal encargados de favorecer el proceso de enraizamiento, por lo tanto, si se logra determinar en un experimento comparativo, que el porcentaje de enraizamiento de ciertos tratamientos evaluados sean superados por un tratamiento testigo (sin enraizante), donde el único factor de variación haya sido el origen de la solución enraizante, podemos deducir que se deba a efectos del factor dosis de los tratamientos enraizantes bajo estudio, manifestándose con cierto grado de inhibición en el proceso de enraizamiento, ya que según señalan Palacios y Vallejo (2020), es bien sabido que el factor dosis de los enraizantes orgánicos ejercen diferentes grados de influencia en distintos organismos, debido a esto, el que una determinada dosis de un enraizante orgánico o sintético (diluciones en agua) resulte la más eficaz en una especie vegetal, según ensayos documentados (reproducción vegetativa de café (*Coffea canephora* var. robusta) (Guamán *et al.*, 2019), de babaco (*Carica pentagona* Hilb) (Erazo, 2018), de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) (Crespo, 2021), de eucalipto (*Eucalyptus viminalis*) (Miranda, 2016), de estevia (*Stevia rebaudiana*) (Santos, 2012), entre otros) no necesariamente tiene que ser igual de eficaz en otras especies vegetales como en la *Ixora coccinea* L.

ANÁLISIS DEL EFECTO ECONÓMICO (AEE)

El estudio económico de los tratamientos que se detalla en el Cuadro 17, demuestra que la mayor utilidad es de 14,75\$ y se obtuvo en el tratamiento T1

(testigo) con una relación beneficio/costo igual a 0,29; es decir, que por cada 1\$ invertido, se obtuvo una ganancia de 0,29\$. El tratamiento con la menor ganancia fue T3 (agua de coco) ocasionando una utilidad negativa de -11,55\$ y una relación beneficio/costo de -0,22; siendo la más baja entre los tratamientos evaluados. Es importante destacar que dentro de los tratamientos bajo estudio considerados como enraizantes alternativos, el tratamiento T4 (lentejas) presentó la mayor utilidad con 8\$ y de acuerdo a su relación beneficio/costo, presentó una ganancia de 0,15\$ por cada 1\$ invertido, incluso, superando al tratamiento T5 (Hormonex), siendo el insumo comercial de uso convencional en viveros de la zona, con una utilidad de 2,59\$ y una relación beneficio/costo de 0,05.

En este sentido, los datos aquí obtenidos no coinciden con lo observado por Crespo (2021) al no encontrar diferencias entre los tratamientos (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: sábila y T4: testigo “Hormonagro 1”) en la variable porcentaje de enraizamiento (T1: 16%, T2: 19,8%, T3: 21,3% y T4: 21%) por lo que su análisis económico se limitó en determinar el costo unitario de cada planta por tratamiento (T1: 0,40\$; T2: 0,42\$; T3: 0,41\$ y T4: 0,48\$), ya que todos los tratamientos tienen el mismo comportamiento estadísticamente, concluye que utilizar sábila (T3) como fitoregulador natural en el enraizamiento de estacas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) es la mejor opción, pues presenta un costo de producción intermedio (0,41\$) y numéricamente una mayor media en el porcentaje de enraizamiento que el resto (21,3%) de tratamientos.

Los datos obtenidos coinciden con Guamán *et al.* (2019) al encontrar diferencia significativa entre los tratamientos (T1: agua de lentejas, T2: agua de coco, T3: cristal de sábila y T4: Hormonagro ® i.a: ácido naftalenacético) en la variable porcentaje de enraizamiento (T1: 16%, T2: 19,8%, T3: 21,3% y T4: 21%) por lo que procedió a demostrar la inversión (T1: 73,5\$; T2: 73,5\$; T3: 77\$ y T4: 89,5\$) y el ingreso (T1: 81\$, T2: 72\$, T3: 90\$ y T4: 96\$) de cada tratamiento para determinar la relación

beneficio/costo de los mismos (T1: 1,10; T2: 1,00; T3: 1,20 y T4:1,07) concluyendo que la mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento T3 (cristal de sábila), ya que por cada 1\$ invertido, se recibió a cambio 1,20 \$; superando al tratamiento testigo (Hormonagro), donde obtuvo menor valor benéfico, estimado en 1,07 \$; comparativamente coincide con los datos aquí observado, ya que dicha relación en el tratamiento T5 (enraizador comercial “Hormonex”)(0,05) fue superada de igual forma en el análisis económico por un extracto vegetal, siendo el tratamiento T4 (agua de lentejas) (0,15) (Cuadro 17).

Cuadro 16. Costos de enraizantes según cantidad utilizada por tratamiento

Componentes	Unidad de medida	Precio unitario (\$)	Cantidad utilizada	Costo de cantidad utilizada (\$)
Hormonex*	Kilo	40	0,004	0,16
Granos de lentejas*	Kilo	3	0,25	0,75
Agua de coco*	Litro	1,5	0,2	0,3
Pencas de sábila*	Unidad	0,1	3	0,3
*Se utiliza como unidad monetaria referencial el dólar estadounidense (USD).				

Cuadro 17. Análisis del efecto económico de los tratamientos

Componentes	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Hormonex*					0,16
Granos de lentejas*				0,75	
Agua de coco*			0,30		
Pencas de sábila*		0,30			
Bolsas de vivero*	8	8	8	8	8
Sacos de sustrato*	5	5	5	5	5
Fungicida ecológico*	2	2	2	2	2
Insecticida ecológico*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Insecticida químico (Attilan®) *	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Transporte*	20	20	20	20	20
Jornales*	15	15	15	15	15
Costos de producción/ tratamiento*	51,25	51,55	51,55	52	51,41

Plantas enraizadas/tratamiento	33	24	20	30	27
Precio de venta USD/planta*	2	2	2	2	2
Ingresos brutos*	66,00	48,00	40,00	60,00	54,00
Ingresos netos*	14,75	-3,55	-11,55	8	2,59
Relación beneficio/costo**	0,29	-0,07	-0,22	0,15	0,05
*Se utiliza como unidad monetaria referencial el dólar estadounidense (USD).					
**Análisis económico mediante la relación beneficio/costo.					

CONCLUSIONES

- El tratamiento T4 (agua de lentejas) fue el extracto vegetal con el mejor comportamiento arrojando los mayores promedios en las variables de número de raíces (13,90), volumen radical (0,18 ml) y biomasa fresca radical (0,1432 g).
- El tratamiento T1 (testigo) presentó el promedio más alto en el porcentaje de enraizamiento (85%), sin embargo, no presentó diferencia estadística con los tratamientos T4 (80%) y T5 (65%).
- El análisis económico pudo determinar que el tratamiento T4 (agua de lentejas) fue el más rentable entre los extractos vegetales con la relación beneficio/costo de 0,15.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del extracto vegetal a base de agua de lentejas para el enraizamiento de estacas de *Ixora coccinea* L., ya que sus efectos se enfocaron principalmente en un mejor desarrollo radicular.
- Evaluar dosis más reducidas de los extractos vegetales aplicados en el presente ensayo para determinar según los efectos, una concentración óptima.

REFERENCIAS

- Agroforum. 2018. Cómo fabricar el mejor enraizante natural de manera sencilla. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/fabricar-mejor-enraizante-natural-de-manera-sencilla-13599/>. Última consulta: 04-05-2021.
- Alcántara, J; Jovanna, A; Alcántara, J y y Sánchez, R. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>. Última consulta: 03-05-2021.
- Aldana, M. 2009. La multiplicación por estaca o enraizamiento de ramillas. Diseño, Diagramación y Coordinación Editorial Departamento de Comunicaciones y relaciones Externas Programa MIDAS de USAID. Colombia. [Documento en línea]. Disponible en: <https://silo.tips/downloadFile/la-multiplicacion-por-estaca-o-enraizamiento-de-ramilla>
- Alvarado-Aguayo, A y Munzón-Quintana, M. 2019. Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina*. [Documento en línea]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/227e/661b463a4536774b6b05553156a10450758d.pdf>. Última consulta: 04-05-2021.
- Azcón-Bieto, J y Talón, M. 2013. Fundamentos de fisiología vegetal (segunda edición). Editorial McGraw-Hill Interamericana de España, S.L. Madrid, España. 669 págs. [Documento en línea]. Disponible en: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon.pdf>
- Bendezú, O. 2015. Propagación vegetativa de *Stevia rebaudiana* Bertoni con aplicación de ácido indol-acético-Satipo. Trabajo de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú (Satipo-Perú). [Documento en línea]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3988/Bendezu%20Castillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bochi, C; Gandolfo, E y Vence, L. 2017. Evaluación del gel de *Aloe vera* en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*). [Documento en

- línea]. Disponible en:<https://www.horticulturaar.com.ar/en/pdf/206/aloe-vera-evaluation-in-the-rooting-cuttings-of-origanum-origanum-vulgare-l.pdf>
- Borges, J; León, M; Marturet, E y Barrios, M. Fitoestimulación de estacas morera (*Morus alba* L.) mediante extractos vegetales.). [Documento en línea]. Disponible en:<http://ve.scielo.org/pdf/ba/v28n3/art09.pdf>
- Campos, C. 2020. Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre, en Manglaralto, Santa Elena. Trabajo de grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena (Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en:<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/5391/UPSE-TIA-2020-0002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CET e INIA. 2017. Biopreparados para el manejo ecológico de plagas y enfermedades. [Documento en línea]. Disponible en:<https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/146445/12%20Biopreparados%20Frutilleros.pdf?sequence=15&isAllowed=y>
- Chipantiza, J. 2012. Evaluación de dosis de Hormonagro en estacas de Vid (*Vitis vinífera*) para la producción de plántulas. Trabajo de grado. Universidad técnica de Ambato (Cevallos-Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6489/2/Tesis-65%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20203.pdf>
- Crespo, F. 2021. Evaluación del efecto de tres hormonas naturales en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51, en el recinto Zhucay, en la provincia del Cañar. Trabajo de grado. Universidad agraria del Ecuador (Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en:<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CRESPO%20PRADO%20FLAVIO%20ELIAS.pdf>
- Domínguez-Hernández, R; Arzate-Vazquez, I; Chanona-Pérez, J; Welti-Chanes, J; Alvarado-González, J, Calderón-Domínguez, G; Garibay-Febles, V y Gutiérrez-López, G. 2011. El gel de *Aloe vera*: ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN QUÍMICA, PROCESAMIENTO, ACTIVIDAD BIOLÓGICA E IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA Y ALIMENTARIA. [Documento en línea]. Disponible en:<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v11n1/v11n1a3.pdf>
- Elicriso. 2018. Como cultivar y curar las plantas Ixora. [Documento en línea]. Disponible en:https://www.elicriso.it/es/como_cultivar/ixora/

- Erazo, V. 2018. Propagación vegetativa de babaco (*Carica pentagona* hilb) mediante estacas inducidas en tres sustancias enraizantes. Trabajo de grado. Universidad Técnica de Ambatos (Cevallos-Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28470/1/Tesis-203%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20592.pdf>
- FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. IPES-Promoción del desarrollo sostenible. Lima, Perú. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>
- FAO. 2023. Portal de suelos de la FAO. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/>
- Fernández, J.; Sosa, F.; Castellanos, L.; Casanovas, E. y Alomá, O. 2011. Alternativas para el enraizamiento de estacas de *Ixora coccineavar. coccinea* L. [Documento en línea]. Disponible en: https://docplayer.es/storage/85/92482784/1653593821/4wKGZA0st_Gf3ZHcYxg_cQ/92482784.pdf
- Francis, J. 2004. Wildland Shrubs of the United States and Its Territories: Thamnic Descriptions: Volume 1. United State Department of Agriculture. [Documento en línea]. Disponible en: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_series/iitf/iitf_gtr026.pdf
- Gayosso, R. 2015. Plantas de uso ornamental en tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. . [Documento en línea]. Disponible en: <https://pcientificas.ujat.mx/index.php/pcientificas/catalog/download/95/84/333-1?inline=1>
- González, D; Álvarez, U y Orozco, R. 2018. Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado de caupí-sorgo. [Documento en línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000200011
- Google Maps. 2023. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Decanato+UDO,+Monagas/@9.7374077,-63.1580928,46m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8c33472a4502226f:0xac4e583>

8b62bc6b6!8m2!3d9.7374245!4d-
63.1581162!16s%2Fg%2F11c6png7!1!5m1!1e4?hl=es

Guamán, R; Leyton, S y Martínez, T. 2019. Enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. Robusta (L. Linden) A. Chev.[Documento en línea]. Disponible en: <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/download/305/201/1261>

Hagiwara, J y Sisaro D. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. [Documento en línea]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf

Hartmann, H y Kester, D. 1998. Propagación de plantas: principios y prácticas. Sexta reimpresión (primera edición 1987). Editorial Continental, S.A. de C.V. México D.F. 761 págs.[Documento en línea]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf

Hernández, R. 2014. Bioenergetica - LibroBotanicaOnLine – CrecimientoVegetal. Retrieved April 6, 2017, from http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/crecimiento_vegetal/

Lao, T; Jiménez, R; Chacón, D; Jiménez, S y Trigo, J. 2000. Evaluación de nuevos cultivos ornamentales: *Ixora coccinea*. Consejería de agricultura y pesca. Andalucía, España. [Documento en línea]. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337166339Evaluacixn_de_nuevos_cultivos_ornamentales.pdf

Laskowski, L y Bautista, D. 1999. Características anatómicas de raíces adventicias en estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* DC) tratadas con ácido indolbutírico. [Documento en línea]. Disponible en: [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11\(3\)/2.%20Caracter%C3%ADsticas%20anatómicas%20de%20ra%C3%ADces.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11(3)/2.%20Caracter%C3%ADsticas%20anatómicas%20de%20ra%C3%ADces.pdf)

Lastiri-Hernández, M y Álvarez-Bernal, D. 2020. Evaluación de la propagación asexual por esquejes en *Sesuvium verrucosum* Raf. (Aizoacea). [Documento en línea]. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2122/3622>

León, A; Arzube, M; Andrade, C y Campos, C. 2019. Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora*, en Manglaralto, Santa Elena.

- [Documento en línea]. Disponible en: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/291/381>
- López, J y Jiménez, F. 2017. Evaluación de tres enraizadores alternativos en la propagación de *Bougainvillea glabra* Choisy y *Gentiana lutea* L., El Jicaral, León, 2017. Trabajo de grado. Universidad Católica del Trópico Seco (Estelí, Nicaragua). [Documento en línea]. Disponible en: <https://allanucatse.files.wordpress.com/2019/08/evaluac3b3n-de-tres-enraizadores-alternativos-en-la-propagac3b3n.pdf>
- Lucero, D. 2013. Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta *Coffea canephora*. Trabajo de grado. Universidad técnica de Ambato (Ambato-Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%20168.pdf>
- Mendoza, B. 2013. Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y dos tamaños de estacas en la propagación de naranjilla (*Solanum quitoense*) híbrido Puyo, en vivero en el Cantón San Miguel de los Bancos, Provincia de Pichincha. Trabajo de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Riobamba-Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2799/1/13T0766%20.pdf>
- Mendoza H., Ramírez B. y Jiménez L.C. 2004. Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 351p. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/297978528_Rubiaceae_de_Colombia_Guia_ilustrada_de_generos
- Merlin, M y Mariscal, M. 2019. ¿Cómo aplicar un enraizante?. [Documento en línea]. Disponible en: <https://comunidad.leroymerlin.es/t5/Bricopedia-Jardiner%C3%ADa/C%C3%B3mo-aplicar-un-enraizante/ta-p/188226>
- Mex-Álvarez, R.; Garma-Quen, P.; Blanco-Tapia, P.; Robaldino-Pool, D; Campos-Marques, A. y Acal-Interián, D. 2019. Actividad antioxidante de *Ixora coccinea*. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.reibci.org/publicados/2019/jun/3500105.pdf>
- Miranda, L. 2016. Propagación asexual del eucalipto (*Eucalyptus viminalis*) con enraizador natural (agua de coco), en la cámara de sub-irrigación en el centro experimental de Cota cota. Trabajo de grado. Universidad Mayor de San Andrés (La Paz, Bolivia). [Documento en línea]. Disponible

en:<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10537/T-2354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Missouri Botanical Garden. 2022. *Ixora coccinea* L. [Documento en línea]. Disponible en: <http://legacy.tropicos.org/Name/27900204>. Última consulta: 28-05-2022.

Nuñez, D. 2020. Formulación de dos enraizantes orgánicos a base de canela y lenteja para la producción de poroto (*Erythrina edulis*) con fines de restauración ambiental en la parroquia El Triunfo, en el período 2019-2020. Trabajo de grado. Universidad técnica de Cotopaxi. [Documento en línea]. Disponible en:<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7098/1/PC-001044.pdf>

Palacios, I y Vallejos, J. 2020. Evaluación del enraizamiento de esquejes de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) utilizando tres dosis de agua de coco (*Cocos nucifera* L.). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Yañ (Perú). [Documento en línea]. Disponible en:http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/166/1/Palacios_OIG_Vallejos_DJH.pdf

Primicia. 2022. ¿Sabías que la *Ixora* tiene tantos beneficios?. [Documento en línea]. Disponible en:<https://primicia.com.ve/especiales/yerberito/sabias-que-la-ixora-tiene-tantos-beneficios/>

Pulido, A; Rodríguez, D; Corona, A y Gil, J. 2018. Propagación por estaca y calidad de planta en *Acer negundo* L. [Documento en línea]. Disponible en:<https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v10n51/2007-1132-remcf-10-51-224.pdf>

Quintero, N y Correa, C. 2010. Comparación de técnicas experimentales para la medición del crecimiento vegetal. [Documento en línea]. Disponible en:<http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Comparaciontecnicasexperimentales.pdf>

Reyes-Pérez, J; Luna-Morillo, R; Espinoza-Coronel, A; Lara-Capistrán, L; Díaz-Rivera, E y Hernández-Montiel, L. 2018. Efecto del sustrato y reguladores del crecimiento de tres variedades de *Ixora* (*Ixora coccinea* L.) en invernadero. [Documento en línea]. Disponible en:<https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1110/947>

Santos, V. 2012. Efecto de la aplicación de enraizador a base de *Aloe vera* (*Aloe vera*) en estacas de *Estevia* (*Stevia rebaudiana* Bert.) en la localidad de Alto Beni. Trabajo de grado. Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia).

[Documento en línea]. Disponible en:
<https://fdocuments.in/document/universidad-mayor-de-san-andres-facultad-de-282-composicion-quimica-del.html?page=9>

- Torres, Y. 2016. Comportamiento de acodos aéreos en Bungavillas (*Bougainvillea glabra* Ch.) ante la aplicación de auxinas. Trabajo de grado. Universidad de Guayaquil (Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/57118175-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-agrarias.html>
- Valencia, N; Yáñez, J y Castro, D. 2021. El agua de coco: no solo una bebida refrescante, sino una bebida con beneficios para la salud. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol20/pdf/vol-20-2.pdf>
- Vega, D; Pereira, S; Almeida, M y Morales, G. 2009. Tamizaje fitoquímico preliminar de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas, tallos y flores de la *Ixora coccinea* L. Cuba. [Documento en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86320633004.pdf>
- Villon, A. 2021. Evaluación de dosis de *Aloe vera* como enraizante natural en esquejes de Café robusta (*Coffea canephora*) en el centro de apoyo Manglaralto. Trabajo de grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena (Ecuador). [Documento en línea]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6370/1/UPSE-TIA-2021-0098.pdf>

APÉNDICE

Cuadro 18. Totales y promedio de sobrevivencia en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.) a los 7 dds.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	100,00	100,00	96,00	100,00	396,00	99,00
2	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
3	96,00	100,00	100,00	100,00	396,00	99,00
4	96,00	96,00	100,00	96,00	388,00	97,00
5	100,00	100,00	96,00	100,00	396,00	99,00
Total	492,00	496,00	492,00	496,00	1976,00	494,00
Promedios	98,40	99,20	98,40	99,20	395,20	98,80

Cuadro 19. Análisis de varianza de sobrevivencia en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.) a los 7 dds.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	3,20	1,07	0,29	0,8348
Tratamientos	4	19,20	4,80	1,29	0,3294
Error	12	44,80	3,73		
Total	19	67,20			

Coeficiente de variación: 1,96 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 20. Totales y promedios para el número de raíces a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	10,00	10,40	10,20	10,60	41,20	10,30
2	13,60	13,80	14,00	13,40	54,80	13,70
3	7,00	7,20	7,40	7,00	28,60	7,15
4	13,80	14,20	14,00	13,60	55,60	13,90
5	7,40	7,60	7,20	8,00	30,20	7,55
Total	51,80	53,20	52,80	52,60	210,40	52,60
Promedios	10,36	10,64	10,56	10,52	42,08	10,52

Cuadro 21. Análisis de varianza de número de raíces a los 42 dds en estacas de *Ixora (Ixora coccínea L.)*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,21	0,07	0,98	0,4360
Tratamientos	4	167,05	41,76	588,21	<0,0001
Error	12	0,85	0,07		
Total	19	168,11			

Coefficiente de variación: 2,53 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 22. Totales y promedios para la longitud radical (cm) a los 42 dds en estacas de *Ixora (Ixora coccínea L.)*.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	8,80	9,50	10,50	8,40	37,20	9,30
2	3,80	4,50	4,20	4,00	16,50	4,13
3	3,50	4,00	4,50	4,70	16,70	4,18
4	7,60	7,40	7,90	8,00	30,90	7,73
5	7,00	7,40	7,60	7,10	29,10	7,28
Total	30,70	32,80	34,70	32,20	130,40	32,60
Promedios	6,14	6,56	6,94	6,44	26,08	6,52

Cuadro 23. Análisis de varianza de longitud radical (cm) a los 42 dds en estacas de *Ixora (Ixora coccínea L.)*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	1,64	0,55	2,65	0,0968
Tratamientos	4	83,94	20,99	101,30	<0,0001
Error	12	2,49	0,21		
Total	19	88,07			

Coefficiente de variación: 6,98 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 24. Totales y promedios para el volumen radical (ml) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	0,12	0,12	0,12	0,15	0,51	0,13
2	0,14	0,14	0,09	0,14	0,51	0,13
3	0,02	0,03	0,02	0,03	0,10	0,03
4	0,18	0,18	0,18	0,18	0,72	0,18
5	0,07	0,07	0,09	0,07	0,30	0,08
Total	0,53	0,54	0,50	0,57	2,14	0,54
Promedios	0,11	0,11	0,10	0,11	0,43	0,11

Cuadro 25. Análisis de varianza de volumen radical (ml) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,0005	0,00017	0,82	0,5093
Tratamientos	4	0,06	0,01	68,17	<0,0001
Error	12	0,0025	0,0002		
Total	19	0,06			

Coefficiente de variación: 13,35 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 26. Totales y promedios para la biomasa fresca radical (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	0,1064	0,1074	0,1060	0,1049	0,4247	0,1062
2	0,1386	0,1379	0,1396	0,1369	0,5530	0,1383
3	0,0122	0,0126	0,0123	0,0125	0,0496	0,0124
4	0,1437	0,1427	0,1422	0,1442	0,5728	0,1432
5	0,0621	0,0625	0,0617	0,0628	0,2491	0,0623
Total	0,4630	0,4631	0,4618	0,4613	1,8492	0,4623
Promedios	0,0926	0,0926	0,0924	0,0923	0,3698	0,0925

Cuadro 27. Análisis de varianza de la biomasa fresca radical (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,00000048	0,00000016	0,19	0,8997
Tratamientos	4	0,05	0,01	14750,36	<0,0001
Error	12	0,00000099	0,000000083		
Total	19	0,05			

Coeficiente de variación: 0,98 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 28. Totales y promedios para la biomasa seca radical (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	0,0155	0,0156	0,0154	0,0152	0,0617	0,0154
2	0,0121	0,0120	0,0122	0,0119	0,0482	0,0121
3	0,0020	0,0022	0,0020	0,0021	0,0083	0,0021
4	0,0148	0,0147	0,0146	0,0151	0,0592	0,0148
5	0,0048	0,0054	0,0046	0,0048	0,0196	0,0049
Total	0,0492	0,0499	0,0488	0,0491	0,1970	0,0493
Promedios	0,0098	0,0100	0,0098	0,0098	0,0394	0,0099

Cuadro 29. Análisis de varianza de la biomasa seca radical (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,00000013	0,000000043	0,97	0,4380
Tratamientos	4	0,00058	0,00015	3260,78	<0,0001
Error	12	0,00000053	0,000000045		
Total	19	0,00058			

Coeficiente de variación: 2,14 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 30. Totales y promedios para la altura de la planta (cm) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	14,3	14,25	14,25	14,25	57,05	14,26
2	14,4	14,45	14,35	14,4	57,60	14,40
3	13,25	13,25	13,25	13,3	53,05	13,26
4	13,4	13,45	13,45	13,45	53,75	13,44
5	13,5	13,6	13,5	13,5	54,10	13,53
Total	68,85	69,00	68,80	68,90	275,55	68,89
Promedios	13,77	13,80	13,76	13,78	55,11	13,78

Cuadro 31. Análisis de varianza de altura de la planta (cm) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,0044	0,0015	1,27	0,3279
Tratamientos	4	4,27	1,07	931,47	<0,0001
Error	12	0,01	0,0011		
Total	19	4,29			

Coeficiente de variación: 0,25%

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 32. Totales y promedios para el número de brotes a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	1,00	1,60	1,00	1,00	4,60	1,15
2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
3	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	4,00
4	4,00	4,00	3,80	3,80	15,60	3,90
5	4,80	4,60	5,00	4,60	19,00	4,75
Total	14,80	15,20	14,80	14,40	59,20	14,80
Promedios	2,96	3,04	2,96	2,88	11,84	2,96

Cuadro 33. Análisis de varianza de número de brotes a los 42 dds en estacas de *Ixora (Ixora coccínea L.)*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,06	0,02	0,72	0,5595
Tratamientos	4	49,15	12,29	414,17	<0,0001
Error	12	0,36	0,03		
Total	19	49,57			

Coefficiente de variación: 5,82%

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 34. Totales y promedios para la longitud de brotes (cm) a los 42 dds en estacas de *Ixora (Ixora coccínea L.)*.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	1,3	1,25	1,25	1,25	5,05	1,26
2	1,4	1,45	1,35	1,4	5,60	1,40
3	0,25	0,25	0,25	0,3	1,05	0,26
4	0,4	0,45	0,45	0,45	1,75	0,44
5	0,5	0,6	0,5	0,5	2,10	0,53
Total	3,85	4,00	3,80	3,90	15,55	3,89
Promedios	0,77	0,80	0,76	0,78	3,11	0,78

Cuadro 35. Análisis de varianza de longitud de brotes (cm) a los 42 dds en estacas de *Ixora (Ixora coccínea L.)*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,0044	0,0015	1,27	0,3279
Tratamientos	4	4,27	1,07	931,47	<0,0001
Error	12	0,01	0,0011		
Total	19	4,29			

Coefficiente de variación: 4,35 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 36. Totales y promedios para la biomasa fresca aérea (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	1,95	1,93	1,39	1,80	7,07	1,7675
2	1,60	2,09	2,08	2,08	7,84	1,9610
3	2,31	2,43	2,06	1,90	8,69	2,1735
4	2,15	1,82	2,11	2,06	8,14	2,0340
5	2,21	2,09	1,96	1,99	8,25	2,0625
Total	10,23	10,36	9,59	9,82	39,99	9,9985
Promedios	2,05	2,07	1,92	1,96	8,00	1,9997

Cuadro 37. Análisis de varianza de labiomasa fresca aérea (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,08	0,03	0,52	0,6769
Tratamientos	4	0,36	0,09	1,85	0,1838
Error	12	0,59	0,05		
Total	19	1,03			

Coefficiente de variación: 11,07 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 38. Totales y promedios para la biomasa seca aérea (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora* (*Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	0,77	0,76	0,56	0,75	2,83	0,7070
2	0,67	1,06	0,95	0,97	3,65	0,9130
3	0,97	1,13	0,98	0,93	4,01	1,0030
4	0,91	0,76	0,91	0,96	3,54	0,8845
5	0,99	1,07	0,96	0,94	3,97	0,9915
Total	4,32	4,77	4,36	4,55	18,00	4,4990
Promedios	0,86	0,95	0,87	0,91	3,60	0,8998

Cuadro 39. Análisis de varianza de la biomasa seca aérea (g) a los 42 dds en estacas de *Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	0,03	0,01	0,70	0,5693
Tratamientos	4	0,23	0,06	4,66	0,0168
Error	12	0,15	0,01		
Total	19	0,40			

Coefficiente de variación: 12,26 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 40. Totales y promedios para el porcentaje de enraizamiento a los 42 dds en estacas de *Ixora coccínea* L.).

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
1	80,00	80,00	80,00	100,00	340,00	85,00
2	60,00	60,00	40,00	60,00	220,00	55,00
3	20,00	40,00	20,00	40,00	120,00	30,00
4	80,00	80,00	80,00	80,00	320,00	80,00
5	60,00	60,00	80,00	60,00	260,00	65,00
Total	300,00	320,00	300,00	340,00	1260,00	315,00
Promedios	60,00	64,00	60,00	68,00	252,00	63,00

Cuadro 41. Análisis de varianza de porcentaje de enraizamiento a los 42 dds en estacas de *Ixora coccínea* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	3	220,00	73,33	0,81	0,51
Tratamientos	4	7720,00	1930,00	21,44	<0,0001
Error	12	1080,00	90,00		
Total	19	9020,00			

Coefficiente de variación: 15,06 %

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

ANEXOS



Figura 5. Delineación del ensayo para el estudio de enraizantes en estacas de Ixora (*Ixora coccinea* L.)



Figura 6. Determinación de longitud de raíces



Figura 7. Determinación de volumen radical por desplazamiento de líquido



Figura 8. Muestras vegetales frescas colocadas en estufa por 72 horas para obtención de la biomasa seca



Figura 9. Pesaje de la biomasa seca en balanza analítica

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

Título	Extractos vegetales y un enraizador comercial en la multiplicación vegetativa De estacas de <i>Ixora coccinea</i> L.
Subtítulo	

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor (es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Fortoul Beltrán, Raúl Enrique	CVLAC	C.I:V-19.876.034
	e-mail	Correouniversidad12345@gmail.com

Palabras o frases claves:

<i>Ixora coccinea</i> L.
raíces
extractos vegetales
dosis
tesis de grado

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-Área
Tecnología Ciencias Aplicadas	Ingeniería Agronómica

RESUMEN

La *Ixora coccinea* L. es una especie ornamental muy comercializada, que se reproduce por estacas con la utilización de enraizadores sintéticos para maximizar el proceso de enraizamiento, desconociéndose la existencia de extractos vegetales que han demostrado ser igual de eficaces según estudios realizados en diferentes especies de interés agronómico aportando otras alternativas para la reproducción. El ensayo tuvo lugar en la micro-estación de la Universidad de Oriente (UDO) campus Juanico-Maturín del estado Monagas con el objetivo de comparar el efecto enraizador de extractos vegetales y un enraizador comercial (Hormonex) en el prendimiento de estacas de esta especie. Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos (T1: Testigo "sin enraizante", T2: gel de sábila, T3: agua de coco, T4: agua de lentejas, T5: Hormonex "solución sólida sin diluir") y cuatro repeticiones, analizados a través de ANAVA y prueba de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los resultados reportaron efectos similares en el porcentaje de sobrevivencia y en la biomasa fresca aérea entre tratamientos, no así en las variables relacionadas con la calidad del desarrollo radicular donde el tratamiento T4 presentó los mayores promedios en el número de raíces, volumen radical y biomasa fresca radical, concluyendo que el tratamiento T4 obtuvo el mejor comportamiento entre los enraizantes evaluados; sin embargo, fue superado por el tratamiento T1 con mayores promedios en las variables de longitud de raíces, biomasa seca radical y porcentaje de enraizamiento, incluso en el análisis económico. Se recomienda evaluar diferentes dosis de cada extracto vegetal hasta conseguir una concentración óptima en esta especie.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail				
Rivero, César	Tutor	CA ☐	AS ☐	TU ☒	JU ☐
	CVLAC	C.I:V-13.379.095			
	e-mail	cesarjriveroq25@gmail.com			
	e-mail				
Prada, Elizabeth	Jurado	CA ☐	AS ☒	TU ☐	JU ☐
	CVLAC	C.I: V- 10.116.469			
	e-mail	eprada.udomonagas@gmail.com			
	e-mail				
Bermúdez, Rosalía	Jurado	CA ☐	AS ☐	TU ☐	JU ☒
	CVLAC	C.I: V- 9.934.923			
	e-mail	robermudez.udomonagas@gmail.com			
	e-mail				
Cañizares, Adolfo	Jurado	CA ☐	AS ☐	TU ☐	JU ☒
	CVLAC	C.I: V- 8.366.515			
	e-mail	acanizares.udomonagas@gmail.com			
	e-mail				

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2024	03	12

Lenguaje: Español

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
NMOTTG_FBRE2024

Alcance:

Espacial: _____ (opcional)

Temporal: _____ (opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Agrónomo

Nivel Asociado con el trabajo:

Ingeniería

Área de Estudio:

Tecnología y ciencias aplicadas

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,
[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario

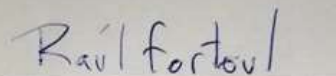


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/murija

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

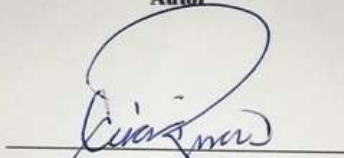
Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009): “Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.”



Raúl Enrique Fortoul Beltrán.

C.I. V-19.876.034

Autor



Prof. César Rivero

C.I. V-13.379.095

Tutor



Prof. Elizabeth Prada Andrade

C.I. V-10.116.469

Cotutora