

# Efecto de la concentración del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus*, en condiciones de invernadero

## Effect of the concentration of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in the cauline buds rooting of *Rubus idaeus* outbreaks, in greenhouse conditions

Eloy López Medina<sup>1</sup>, Carlos A. Diez Morales<sup>2</sup>, Jordan De La Cruz Castillo<sup>3</sup>,  
Carmen Zavaleta Salvatierra<sup>4</sup>, Mirna Y. Rodríguez Barrantes,  
Aracely Gonza Carnero

Recibido: 18 de febrero de 2016

Aceptado: 15 de abril de 2016

### Resumen

*Rubus idaeus* L. "frambueso" se propaga tradicionalmente por separación de brote etiolado y por estacas de raíz, técnicas que traen consigo demoras y pérdidas de material por exposición a patógenos. No se ha encontrado ningún reporte de propagación de esta especie a partir de brotes, por lo que aprovechando el gran número de yemas caulinares presentes en el frambueso, los conocimientos teóricos sobre fisiología y que el 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) ejerce un excelente aporte en el enraizamiento de algunas leñosas, se planteó como objetivo de esta investigación determinar el efecto del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L., en condiciones de invernadero como una alternativa posible, eficaz y reproducible en la propagación de este cultivo. Se evaluó

el efecto de concentraciones de 2,4-D, aplicadas en los tratamientos T0:0,0%, T1: 0,3%, T2:0,5% y T3:0,8%. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por el análisis de varianza simple (ANOVA) y la prueba de Tukey. A los 30 días se comprobó que el T1 indujo la formación de un mayor número de raíces de 6.17 cm, una mayor longitud de raíces de 13.09 cm y una mayor altura de planta 9.13 cm. Se concluye que el 2,4-diclorofenoxiacético a la concentración de 0,3% ejerce el mejor efecto para el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L.

**Palabras clave:** *Rubus idaeus* L, "frambueso", enraizamiento, brotes caulinares, 2,4 – diclorofenoxiacético, hormonas.

### Abstract

*Rubus idaeus* L. "raspberry"; traditionally spreads by separating of etiolated shoot and root cuttings, techniques which bring delays and loss of material due to exposure to pathogens. Not found any reports of spread of this species from shoots. but taking advantage of the large number of cauline yolk present in the raspberry; and theoretical knowledge in physiology; and knowing that 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) exerts an excellent contribution to the rooting of some woody. They set a goal determine the effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in the rooting of cauline buds of *Rubus idaeus* L. in greenhouse conditions as a possible alternative in efficient and reproducible propagation of this crop. Was eva-

luated the effect of concentrations of 2,4 – D, used in the treatment T0: 0.0%, T1: 0.3%, T2: 0.5% and T3: 0.8%. The obtained data were statistically analyzed by the simple variance analysis (ANOVA); and Tukey test. At 30 days it was found that the T1 induced the formation of a greater number of roots 6.17 cm, greater root length of 13.09 cm and a height of plant 9.13 cm. It is concluded that 2,4-dichlorophenoxyacetic concentration of 0.3% exerted the best effect for rooting from cauline buds of *Rubus idaeus* L.

**Keywords:** *Rubus idaeus* L, "raspberry", rooting, cauline buds, 2,4 - dichlorophenoxyacetic hormones.

1. Blgo. Dr. Eloy López Medina, director del Instituto de la papa y cultivos andinos UNT.

2. Blgo. Carlos Augusto Diez Morales, docente del Área de Ciencias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3. Blgo. Jordan De La Cruz Castillo, estudiante de post-grado UNT.

4. Blga. Carmen Zavaleta Salvatierra, responsable del Instituto de la papa y cultivos andinos UNT.

## INTRODUCCIÓN

*Rubus idaeus* L. “frambueso” es un arbusto de la familia de las rosáceas, género *Rubus*. originario del Asia menor, exactamente del monte Ida, de allí el nombre “idaeus” que quiere decir “del monte Ida”. Su distribución abarca desde el hemisferio norte hasta el sur de México, así como a lo largo de la cadena montañosa andina en el hemisferio sur. <sup>(1)</sup>

Su tallo subterráneo y corto emite ramas aéreas (vástagos) bianuales, que crecen durante el primer año y que en el segundo año florecen y fructifican, para morir inmediatamente, siendo reemplazados por otros nuevos vástagos. Sus hojas son compuestas, alternas y foliadas. Sus flores son hermafroditas. <sup>(2)</sup> Su fruto “la frambuesa” corresponde a una polidrupa de color rojo, negro o amarillo, de entre 15 y 20 mm de diámetro según las variedades y constituye la parte comestible del frambueso. <sup>(3)</sup>

Esta polidrupa es muy apreciada en los países del continente europeo y Norteamérica, ya sea como producto fresco o procesado debido a su exquisitez y a su contenido en vitaminas, proteínas, minerales y otros nutrientes que requiere la dieta humana. Al ser fuente de fibra, previene el estreñimiento; al ser fuente de vitamina C, la anemia, el cáncer y las infecciones; al contener potasio, combate las enfermedades cardiovasculares; al ser fuente de ácido fólico, es imprescindible en la dieta de mujeres en los primeros meses de gestación; y al presentar propiedades diuréticas, combate la diabetes. Sumado a ello esta fruta contiene poca cantidad de calorías, sodio y grasas, lo que la hace apta para el consumo de todas las personas. <sup>(4,5)</sup>

La frambuesa es uno de los frutos de clima templado de mayor precio unitario en el mercado y con alta demanda por parte de la agroindustria. La producción mundial de frambuesa fresca promedia las 412 mil toneladas y el consumo mundial está concentrado en el hemisferio norte. Este panorama favorece la venta de frambuesa en contraestación con un importante diferencial de precio para la fruta fresca exportada desde los países del hemisferio sur. El 90% de la producción mundial de frambuesa se congela con destino industrial, principalmente para la elaboración de jugos y concentrados. <sup>(6)</sup>

El principal productor de frambuesa en el hemisferio sur es Chile, que en el 2004 alcanzó la suma de 109,000 toneladas de producto exportado, con un precio promedio de \$2,000 por tonelada. <sup>(7)</sup>

En Perú, en lugar de la frambuesa la fresa es por ahora y desde hace muchos años el berry que se cultiva en magnitudes de cierta importancia; situación que se espera contrarrestar, ya que Sierra Exportadora promoverá 20 cultivos demostrativos de berries este año. <sup>(8)</sup>

La propagación del frambueso se da tanto sexual como asexualmente. La propagación sexual se realiza mediante la siembra de su semilla, técnica muy empleada con fines de investigación; pero descarta

da por los viveristas y empresarios debido a que su germinación y desarrollo son lentos, al requerir un período de latencia natural de 1 a 3 meses y debido a un alto grado de variabilidad de una generación a otra. <sup>(9)</sup>

La propagación asexual es la multiplicación de plantas por medio de sus órganos vegetativos, tales como raíces, tubérculos, bulbos, tallos, hojas y brotes. Cabe mencionar que esta forma de reproducción conserva las características de los progenitores en la descendencia, porque no se ha producido la fusión de gametos; es decir se mantienen las características fenotípicas y genotípicas de la planta madre. Por ello es recomendable realizar la propagación asexual, la cual se da tradicionalmente por separación de brote etiolado y por estacas de raíz. <sup>(10)</sup>

Por separación de brote etiolado se generan plantas nuevas a partir de trozos de raíces. Esta práctica es muy utilizada por los viveristas debido a la facilidad para eliminar problemas sanitarios; pero su mayor desventaja es que hay que esperar hasta invierno para realizar la cosecha de raíces. <sup>(10)</sup>

Por estacas de raíz se extrae completamente a la planta madre para cortarla en estacas de 5 a 8 cm, colocarlas en el surco y cubrirlas con 5 cm de suelo. Esta técnica trae consigo un alto riesgo de contaminación, así como la pérdida de material inicial, ya que es necesario extraer completamente a la planta madre, lo que causa bajas en la productividad y genera a su vez interés en la búsqueda de una mejor forma de propagación. <sup>(11)</sup>

Una fase esencial para el éxito en la propagación asexual de *Rubus idaeus* es la fase de enraizamiento, ya que es aquí donde se asegurará la obtención de plántulas autosuficientes. Este proceso se obtiene logrando un balance hormonal entre promotores e inhibidores de manera que estimulen la iniciación radicular, lo cual se puede lograr con la aplicación exógena de promotores. Dentro de este grupo de sustancias promotoras que participan en la iniciación de raíces adventicias se encuentran las auxinas. <sup>(12)</sup>

Las auxinas son un grupo de reguladores de crecimiento caracterizadas esencialmente por controlar una gran cantidad de funciones fisiológicas, como mitosis, alargamiento celular, dominancia apical, gravitropismo, abscisión, diferenciación de xilema, regeneración de tejido vascular en tejidos dañados, pero sobre todo estimula la formación de raíces adventicias. Cabe mencionar que tratamientos con auxinas pueden aumentar la tasa de iniciación radical, el número y la masa de raíces formadas. <sup>(13,14)</sup>

Entre las auxinas más utilizadas tenemos el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenacético (ANA) y ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D). El AIA estimula la iniciación de raíces en cortes de tallo; la ANA por lo común es más eficaz que el AIA; el AIB se utiliza para causar la formación de raíces aún más a menudo que ANA o cualquier otra auxina. <sup>(15)</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Recientemente se están realizando trabajos de enraizamiento con 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), un herbicida hormonal fenoxi derivado que fue introducido el año 1954 como el primer herbicida sistémico y selectivo para el control de malezas de hoja ancha en cultivos de cereales, siendo ampliamente usado en la actualidad debido a su bajo costo y fácil acceso para el agricultor, así como a que se está demostrando que a pequeñas concentraciones promueve el enraizamiento. <sup>(16)</sup>

La propagación vegetativa a partir de brotes surgió de la idea de repetir lo visto en cultivos *in vitro*, adaptándola a condiciones de invernadero. Este proceso es más sencillo para regenerar una planta debido a que estos brotes son los puntos de crecimiento natural en los vegetales y a su vez se parte de estructuras ya diferenciadas, fáciles de enraizar y aptas para formar una planta completa. <sup>(17,18)</sup>

Fisiológicamente se conoce que la presencia de yemas y brotes ejercen una fuerte acción estimulante sobre la iniciación de raíces. Esto debido a que dichos órganos son poderosos productores de auxinas y a partir de éstos, mediante un transporte polar, basipétalo, se dirigen hacia la parte basal e inducen la rizogénesis. <sup>(19)</sup>

Se sabe, asimismo, que las hojas almacenan cofactores necesarios para el enraizamiento, como el ácido isoclorogénico o los terpenoides oxigenados, los que hacen sinergia con las auxinas y brindar mejores resultados en la emisión de raíces. Esta práctica nos demuestra en teoría que sí es posible obtener plantas a partir de pequeños brotes. <sup>(20)</sup>

Trabajos realizados en especies exóticas como *Carica pentagona* "babaco" certifican la propagación vegetativa a partir de brotes tiernos de 10 cm de largo, obteniéndose excelentes resultados bajo condiciones de invernadero y demostrando así la totipotencialidad que tienen los brotes de generar una planta completa. <sup>(21)</sup>

No se ha encontrado ningún reporte de propagación vegetativa de esta especie a partir de brotes. Por ello, aprovechando el gran número de yemas caulinares presentes en el frambueso, la suma de indicios teóricos expuestos anteriormente y conociendo que el 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en pequeñas concentraciones ejerce un excelente aporte en el enraizamiento de algunas leñosas, de bajo costo y al alcance de cualquier agricultor, planteamos como objetivo determinar el efecto del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L., en condiciones de invernadero, como una alternativa posible, eficaz y reproducible en la propagación vegetativa de *Rubus idaeus* L.

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental de Biotecnología y Fisiología Vegetal, ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú, 2013.

El material biológico procedió de plantas madre de *Rubus idaeus* "frambueso", de las cuales se seleccionaron ramas jóvenes, sanas y de buena apariencia. Inmediatamente se cortaron estacas de 25 cm de longitud que tuvieran como mínimo 6 nudos, las que fueron recepcionadas en bandejas con bolsas de papel humedecido para su posterior traslado al invernadero.

Ya en el invernadero, se procedió a colocarlas en un recipiente de vidrio de 50 mL por un lapso de 10 días, estimulando de esta manera la formación de brotes. Transcurrido los 10 días, se realizó la cosecha de brotes homogéneos con un promedio de 3.5 cm de longitud; para ello se colocó el bisturí en ángulo recto a la estaca con la finalidad de realizar un corte limpio y firme sin dañar hojas ni meristemo. Los brotes cosechados se colocaron en bandejas con agua para evitar el marchitamiento.

Para la siembra se procedió a colocar los brotes en una cama de enraizamiento 90 x 130 x 15 cm de ancho, largo y profundidad respectivamente; como sustrato de enraizamiento se utilizó 2 capas de arena; la primera, basal, de 3 cm de altura de arena gruesa de 6 mm de diámetro y la segunda, de 6 cm de altura de arena fina de 2 mm de diámetro mezclada con musgo en la proporción 1:1, previamente desinfectada con hipoclorito de calcio al 2% por 24h.

La hormona enraizante utilizada fue el 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) a cuatro concentraciones que constituyeron los tratamientos: T0: 0,0%; T1: 0,3%; T2: 0,5% y T3: 0,8%. Se mojó la parte basal de los brotes con agua y luego fueron impregnados con la hormona en polvo y colocadas en la cama de enraizamiento a una profundidad de 0.5 cm, según los tratamientos ya establecidos, asegurándose que los nudos no queden cubiertos con el sustrato.

Se utilizaron 72 brotes caulinares en 4 tratamientos con 6 unidades muestrales cada uno y 3 repeticiones. El cultivo se mantuvo a temperatura ambiente de  $25 \pm 2$  °C. Las variables a evaluar a los 30 días fueron número de raíces, longitud de raíz mayor y altura de planta. Estos datos fueron analizados mediante el programa estadístico Statgraphic 5,2 para determinar la existencia de diferencias significativas, con un nivel de confianza de 95%.

## RESULTADOS

**Tabla 1.** Análisis de Varianza (ANOVA) para número de raíces de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. tratados con 2,4-D a concentraciones de 0.0%; 0,3%; 0,5% y 0,8% a los 30 días de realizado el tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	193.0	3	64.3333	6.83	0.0004
Intra grupos	640.778	68	9.4232		
Total (Corr.)	833.778	71			

**Tabla 2.** Prueba de Tukey para número de raíces de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. tratados con 2,4-D a concentraciones de 0.0%; 0,3%; 0,5% y 0,8% a los 30 días de realizado el tratamiento.

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	18	1.83333	X
0	18	2.66667	X
2	18	3.11111	X
1	18	6.16667	X

( $P \leq 0,05$ ).

\* indica una diferencia significativa.

**Tabla 3.** Análisis de Varianza (ANOVA) para longitud de raíz mayor en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. a los 30 días de realizada la siembra.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	615.443	3	205.148	4.54	0.0059
Intra grupos	3073.78	68	45.2027		
Total (Corr.)	3689.23	71			

**Tabla 4.** Prueba de Tukey para longitud de raíz mayor de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. a los 30 días de realizada la siembra.

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	18	4.96667	X
2	18	7.71111	X
0	18	8.57222	X
1	18	13.0944	X

( $P \leq 0,05$ ).

\* indica una diferencia significativa.

**Tabla 5.** Análisis de Varianza (ANOVA) para altura de planta en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. a los 30 días de realizada la siembra.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	483.143	3	161.048	23.41	0.0000
Intra grupos	467.752	68	6.87871		
Total (Corr.)	950.895	71			

**Tabla 6.** Prueba de Tukey para altura de planta de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. a los 30 días de realizada la siembra.

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	18	2.51667	X
2	18	3.24444	X
0	18	4.13889	X
1	18	9.13333	X

( $P \leq 0,05$ ).

\* indica una diferencia significativa.

## DISCUSIÓN

La diferencia significativa para el número de raíces, según el análisis de varianza simple (ANOVA) (tabla 1), nos indica que el 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) ejerce un efecto positivo en la generación de raíces adventicias a partir de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L. complementado con numerosos factores anatómicos, fisiológicos y ambientales que afectan el proceso. Autores como (Leakey y Mesén, 1991) afirman que estos factores deben ser optimizados para un enraizamiento exitoso; por ello la minimización del estrés hídrico en los brotes es considerado como punto fundamental en tal proceso. Otras sustancias producidas en las hojas, llamados cofactores foliares, experimentan un transporte basípeto en las estacas y permiten o estimulan la iniciación y desarrollo de los primordios radicales; de ahí la importancia de trabajar con brotes juveniles en la formación de raíces adventicias. Vargas (1982) determinó que la presencia de hojas en la estaca genera un efecto positivo en el enraizamiento en *Eucalyptus deglupta*.

El mejor tratamiento, según la prueba de Tukey, para el número de raíces (tabla 2) de 0,3 % con un promedio de 6.16 raíces por brote caulinar, nos indicaría que existe un umbral de acción óptimo que activaría positivamente el efecto enraizante de la hormona. Este efecto se encontraría en esta concentración que induce a la formación de un mayor número de raíces, lo cual aumenta significativamente la estabilidad de las plántulas. Thompson y Schultz, 1995, afirman que las raíces laterales primarias constituyen el entramado básico para la producción de nuevas raíces, siendo importantes en la absorción de agua y nutrientes minerales.

La diferencia significativa para la longitud de raíz mayor (tabla 3) nos indica que a diferentes concentraciones de 2,4-D se generan distintas respuestas rizogénicas. Gutiérrez (1995) señala que la formación de raíces depende de una serie de factores internos o endógenos, los que interactúan en forma compleja con los externos, generando cambios en el metabolismo, la desdiferenciación y el posterior crecimiento.

El valor promedio más alto alcanzado para la longitud de raíz mayor (tabla 4) de 13.10 cm, obtenido en la concentración 0,3%, según la prueba de Tukey, probablemente se debe a que *Rubus idaeus* L. requiere bajas concentraciones auxínicas. Estos aspectos concuerdan con lo descrito por (Salisbury, 1991), quien afirma que dependiendo de la especie los requerimientos hormonales tienden a variar, debido a que las células de los meristemos radicales contienen un nivel de auxinas provenientes de la parte aérea, suficientes para una elongación normal, ya que si se excede dicha concentración puede causar efectos tóxicos. Morales (2004) encontró que a elevadas concentraciones de AIB para promover el enraizamiento, la auxina causó efectos tóxicos, ocasionando la muerte de las estacas de *Rubus sp.*

El incremento de la longitud de la planta, según el Análisis de Varianza ANOVA (tabla 5), demuestra que las diferentes concentraciones de hormona ejercieron un efecto significativo, aspecto que se debe al rol primordial que cumplen las auxinas que es la elongación celular; la que es estimulada en intervalos determinados de hormona. Henríquez (2004) describe este rol en dos procesos: aumento de la plasticidad de la pared celular y participación en reacciones que permiten el depósito de celulosa dentro de las paredes; lo que traerá consigo aumento en el tamaño celular y el posterior crecimiento en longitud de la planta.

El mayor crecimiento en altura, promedio 9.13, según la prueba de Tukey (tabla 6) a la concentración de 0,3 % se debe básicamente a la presencia de gradientes longitudinales y radiales de algunas fitohormonas que en sinergia con el 2,4-d estimulan la elongación celular. En el caso de las auxinas, (Gendreau et al. 1997) afirman la existencia de estos gradientes en el tallo, lo que nos hace suponer que en la base del brote caulinar también se presentan estas funciones fisiológicas.

## CONCLUSIÓN

El 2,4-diclorofenoxiacético a la concentración de 0,3% ejerce el mejor efecto para el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus* L., en condiciones de invernadero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morales A. *Cultivo de berries. Consideraciones generales*. Boletín INIA. N° 187. Villa alegre. 2009.
2. Paglietta R. *El frambueso*. Ed. Mundi- Prensa. Madrid. España:131. 1986.
3. FUNDACIÓN DOÑANA. *Manual de Buenas Prácticas Agrarias Sostenibles de los Frutos Rojos. "De la agricultura al Desarrollo Rural Sostenible"*. 2008.
4. FAO. "Estadísticas mundiales de Frambuesa". 2008. Obtenido en línea y disponible en: [http://www.fao.org/corp/google\\_result/es/?cx=018170620143701104933%3Apvqiwrhqq&q=Frambuesa&x=0&y=0&cof=FORID%3A9](http://www.fao.org/corp/google_result/es/?cx=018170620143701104933%3Apvqiwrhqq&q=Frambuesa&x=0&y=0&cof=FORID%3A9)
5. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). *Resultados y lecciones en renovación del material varietal de frambuesas y su desarrollo productivo*. Proyecto de Innovación en IV Región de Coquimbo. 2009.
6. García J, Calvo J. *Acceso a mercados y alivio a la pobreza 2. Análisis del mercado de frambuesa en España*. USAID-Bolivia. 2006.

7. Mantilla N. *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de frambuesa (*Rubus idaeus*), en el mercado ecuatoriano*. Tesis en Ingeniero en Agroempresas. Univ. San Francisco de Quito. 2008.
8. AO. Agronoticias América latina y el Caribe. 2005. Disponible en: [http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/en/?dyna\\_fef%5Buid%5D=141992](http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/en/?dyna_fef%5Buid%5D=141992)
9. Nybom H. *Germination in Swedish blackberries (*Rubus L. subgen. Rubus*)*. Bot, 1980.133:619-631.
10. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). *Avances en el desarrollo de la frambuesa roja en el estado de Chihuahua*. Folleto técnico N°14. México. 2002.
11. Crandall P. *Bramble production: The management and marketing of raspberries*. Food Products Press. Nueva York.1994.213p.
12. Pasqual M, Chalfun N, Ramos J, do Vale M. y de Silva C. *Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas*. Brasil: UFLA/Faepe, Lavras, 2001.
13. Lallana V, Lallana M. *Hormonas vegetales, Manual de prácticas de fisiología vegetal*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. Uruguay. 2001.
14. Hackett W. Donor plant maturation and adventitious root formation. pp. 11-28. En: Davis, T.D., B.E. Hassing y N. Sankhla (eds.). *Adventitious root formation in cuttings*. *Advances in Plant Sciences Series*. Dioscorides Press, Portland, OR. 1988.
15. Scheffer E. *Auxinas y sus efectos sobre el enraizamiento*. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2002.
16. WEAVER J. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Trillas México D. F. 1976. 622 p.
17. Robles E. *Efecto de la Brasiloide sobre la formación y elongación de brotes adventicios de *Rubus idaeus* "frambuesa" in vitro*. Tesis de grado. UMSNH, México. 2009.
18. Torres J. *Propagación in vitro y por estacas de tallo del *Azadii.rach.ta. indica A. Juss "nim"**. Tesis maestro. Univ. Autónoma de nuevo León, México.1994.
19. Ware G y Whitacre D. *The Pesticide book*. 6ta ed. Meister Media Worldwide. Willoughby, Ohio. 2004. Pp 123- 137.
20. Hartmann T Y Kester D. *Propagación de plantas: principios y prácticas*. Continental, México. 1988. 727 p.
21. Viteri P. *Enraizamiento de brotes tiernos de *Carica pentagonia Heilb. "babaco"*, utilizando *Acido indlo butírico* en cuatro sustratos*. Tesis de grado,Universidad Central del Ecuador. 1988.
22. Leakey R, Mesén J. *Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas juveniles*. In *Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencial especia a America Central*. Ed. by J.P. Cornelius, J.F. Mesen; E. Correa. Turrialba, C. R., CATIE. 1991. p. 135-152.
- Thompson J, Schultz R. *Root System Morphology of *uercus rubra L.* Planting stock and 3 year field performance in Lowwa*. *New Forest*; 1995, 9: 225-236.
23. Gutiérrez B. *Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales*. Santiago, Chile. *Ciencia e Investigación Forestal*. 1995. 9 (2): 261 – 277.
24. Henríquez E. *Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (*Morus alba*)*. Universidad de Chile facultad de ciencias agronómicas. Tesis .Chile. 2004.

## ANEXO



Figura 1: Toma de datos de longitud y número de raíces de *Rubus idaeus L.* "frambuesa" a partir de brotes caulinares, a los 30 días de realizada la siembra.