



Artículo

Evaluación de enraizadores en varetas de cacao (*Theobroma cacao* L.) con tres cortes de hoja tolerantes a monilia, Estacion Experimental Sapecho

Evaluation of rooters in cocoa strands (*Theobroma cacao* L.) with three monilia-tolerant leaf cuts, Sapecho Experimental Station

Luz Mery Flores Terán, Yakov Arteaga Garcia

RESUMEN:

La región presenta diversidad de suelos y climas para producir cacao y gran diversidad de clones; esta última década fue atacada por moniliasis. El ensayo consiste en evaluar dos enraizadores (Factor B) ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en estacas de cacao con tres cortes de hoja (Factor A) en dos clones de cacao (Factor C), en la Estación Experimental Sapecho, departamento La Paz, 410 msnm, entre los paralelos 15°39'27" latitud sur y 67°09'29" longitud oeste. Análisis estadístico, diseño completamente al azar con arreglo tri factorial, 12 tratamientos (28 macetas por tratamiento), 3 repeticiones un total de 1008 macetas. El mejor rendimiento en propagación, fue T5 (media hoja + ANA + clon III-13) con un 62%. En la longitud de raíz de los dos clones se tiene T5 (media hoja + ANA + clon III-13) logro 80 cm de longitud, T10 (sin hoja + IBA + clon III-13) con 76 cm, T8 (media hoja + AIB + Ila-17) con 72 cm y T1 (hoja entera + ANA + clon III-13, con 54 cm, siendo el valor más bajo. Para el número de brotes T10 (sin hoja + IBA y clon III-13) y T5 (media hoja + ANA + clon III-13) con 7 brotes; El T9, T11, T7 con 4 brotes y T12 con solo 3 brotes. En relación a número de hojas se puede señalar que los cortes de media hoja y sin hoja contienen 5.67 y 5.66 hojas, siendo ambas semejantes y el valor más bajo corresponde al de hoja entera con 4.61 hojas. El porcentaje de mortandad, para los factores de estudio corte de hoja, enraizador, clon y en las diferentes interacciones, no se observaron diferencias estadísticas, el cual nos muestra que los promedios obtenidos son homogéneos.

PALABRAS CLAVE:

enraizadores, varetas, cacao, tolerancia, monilia.

ABSTRACT:

The region has a diversity of soils and climates to produce cocoa and a great diversity of clones; This last decade it was attacked by moniliasis. The test consists of evaluating two rooting agents (Factor B), naphthaleneacetic acid (ANA) and indolebutyric acid (AIB) in cocoa cuttings with three leaf cuts (Factor A) in two cocoa clones (Factor C), at the Sapecho Experimental Station, La Paz department, 410 meters above sea level, between the parallels 15°39'27" south latitude and 67°09'29" west longitude. Statistical analysis, completely randomized design with tri-factorial arrangement, 12 treatments (28 pots per treatment), 3 repetitions, a total of 1008 pots. The best yield in propagation was T5 (half leaf + ANA + clone III-13) with 62%. In the root length of the two clones, T5 (half leaf + ANA + clone III-13) is 80 cm long, T10 (without leaf + IBA + clone III-13) is 76 cm, T8 (half leaf + AIB + Ila-17) with 72 cm and T1 (whole leaf + ANA + clone III-13, with 54 cm, being the lowest value. For the number of shoots T10 (without leaf + IBA and clone III-13) and T5 (half leaf + ANA + clone III-13) with 7 buds; T9, T11, T7 with 4 buds and T12 with only 3 buds. In relation to the number of leaves, it can be noted that the cuts with half a leaf and without a leaf contain 5.67 and 5.66 leaves, both being similar and the lowest value corresponds to the whole leaf with 4.61 leaves. The percentage of mortality, for the study factors leaf cutting, rooting, clone and in the different interactions, no statistical differences were observed, which shows us that the averages obtained are homogeneous.

KEYWORDS:

rooters, rods, cocoa, tolerance, monilia.

AUTORES:

Luz Mery Flores Terán: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. llucesita_12_17@hotmail.com
Yakov Arteaga Garcia: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

DOI: <https://doi.org/10.53287/qpot5736uu86m>

Recibido: 13/05/2024. Aprobado: 29/08/2024.



INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es originario de América del Sur, que se encuentra en las áreas boscosas tropicales en la amazonia. En México, los aztecas lo consideraban la bebida de los dioses, de allí deriva su nombre científico "*Theobroma*", que significa bebida de Dios, fue llevado por los

españoles a Europa, para luego convertirse en uno de los productos más populares del mundo.

Según INIAF, (2017) en el contexto internacional Bolivia se ubica en el puesto 31 entre los países productores de cacao con un 0,05% en el comercio mundial el modelo de producción que se practica es orgánico cumpliendo con la normativa nacional e internacional.

El programa nacional de fortalecimiento productivo del cacao el año, 2016 se cultivan 9325 ha en parcelas de 2 ha aproximadamente como promedio, teniéndose un rendimiento de 8,25 qq ha⁻¹. Según el Plan de Desarrollo Municipal 2014 – 2018 del municipio de Palos Blancos, el rendimiento regional fluctúa entre 4 a 19 qq ha⁻¹. Estos rendimientos se deben a varios factores entre los que se destacan el material genético utilizado, edad avanzada de las plantas, problemas fitosanitarios y manejo inadecuado (INIAF, 2017).

El cultivo de cacao, se constituye en la base productiva principal para los pequeños productores de la región de Alto Beni. El ingreso de este cultivo es una fuente importante que sostiene la economía de las familias cacaoteras.

El INIAF (2017), indica que el material genético de cacao con alto rendimiento y tolerancia a monilia en los municipios de Alto Beni y Palos Blancos, logro identificar los mejores arboles promisorios que se tiene en parcelas de productores emprendedores, así como en los centros de germoplasma de cacao de la Estación Experimental Sapecho y Centro Experimental de El Ceibo.

Por esta razón se planteó el trabajo de investigación para realizar la propagación en estacas o ramillas de cacao resistentes a la monilia utilizando dos enraizadores, con el fin de conservar las características de las plantas madres para obtener características productivas y resistencia a enfermedades como la monilia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en los predios de la Estación Experimental Sapecho de la Facultad de Agronomía la región de Alto Beni se ubica entre las provincias nor yungas del departamento de La Paz, en la frontera misma con el departamento del Beni. Se encuentra a 265 km de la ciudad de La Paz, Sapecho pertenece a la Cuarta Sección municipal de Palos Blancos, que se divide en siete áreas y 17 localidades. La altitud aproximada es de 400 msnm, entre los paralelos 12°33" y 15°45" latitud sur 66°57" y 67°20" longitud oeste como se muestra en la Figura 1.

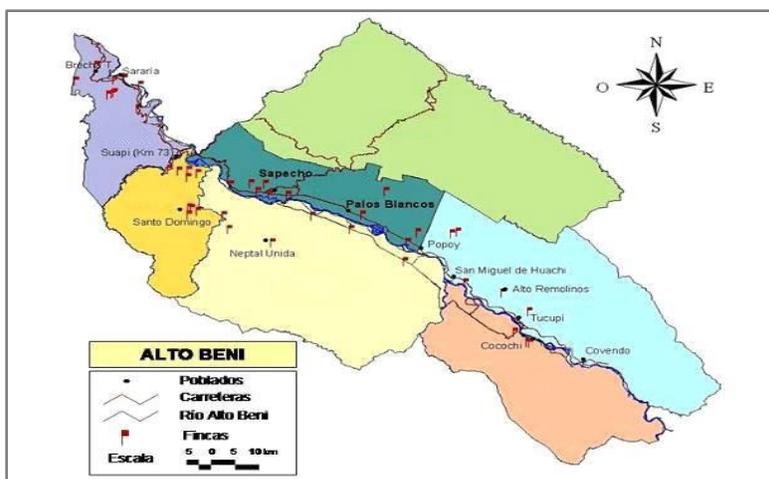


Figura 1. Ubicación geográfica E.E.S. en el Municipio de Palos Blancos de la Provincia Alto Beni

Materiales

Material biológico, enraizadores y material de construcción

Material biológico: Estacas de plantas madres de cacao: 1) Clon III -13 y 2) Clon IIa - 17.

Enraizadores: ácido naftalenacético (ANA) en polvo y ácido indolbutírico (AIB) en líquido

Materiales varios: madera, tubos PVC, nylon, clavos, martillo, alambre, azadón, pala, carretilla, tijera de podar, navaja, bolsas de polietileno, sustrato, vernier, PC, programa estadístico, hojas y lapiceros

Metodología

1) En el área de vivero de la EE se realizó la limpieza quitando las malezas y delimitación del área de trabajo

2) Construcción de los propagadores con dimensiones de 2.10 m x 1.20 m x 0.15 m y divisiones de 0.45 m para el apoyo.

3) El sustrato utilizado fue en una proporción de 70:10:10:10, (70% es tierra del lugar con bastante materia orgánica, 10% arena fina, 10% aserrín y 10% gallinaza) material desinfectado con formol.

4) Se empleo bolsas de 22 x 13 cm, haciendo un total de 1008 macetas, 12 tratamientos (28 macetas por tratamiento) y 3 repeticiones.

5) Se obtuvo estacas de plantas madres de los clones III-13 y clon Ila-17, entre 20 a 30 cm de largo.

6) Preparación del material vegetal: a) vareta con hoja entera, b) vareta con media hoja y c) vareta sin hoja

7) Antes de la siembra, realizar un riego a capacidad de campo, para que las ramas inicien el proceso de enraizamiento.

8) Cortar las ramas en bisel simple; la fitohormona ANA en polvo se impregno en la vareta; y el AIB liquido fueron sumergidos en un recipiente por 10 minutos, luego la siembra y compactando el sustrato.

9) Para el control de hongos como la *phytophthora*, se utilizó un fungicida a base de cobre RAM-CAF 88WP.

10) Finalmente cubrir con plástico transparente los propagadores bien sellados. Con el fin de obtener un efecto invernadero (humedad relativa en promedio es 90% y la temperatura entre 25 y 30°C).

10) El control a partir del sellado del propagador; como la defoliación, propagación de hongos, riego y otros con el fin de mantener turgente las células de los tejidos foliares y mantener una humedad saturada.

Donde:

Y_{ijkl} = Cualquier observación

μ = Media de la población

β_j = efecto del j-ésimo factor A

α_k = efecto del k-ésimo factor B

γ_l = efecto del l-ésimo factor C

$(\beta\alpha)_{jk}$ = interacción entre j-ésimo factor A con el k-ésimo factor B

$(\beta\gamma)_{il}$ = interacción entre j-ésimo factor A con el l-ésimo factor C

$(\alpha\gamma)_{kl}$ = interacción entre k-ésimo factor B con el l-ésimo factor C

$(\beta\alpha\gamma)_{jkl}$ = interacción entre j-ésimo factor A con el k-ésimo factor B y con el l-ésimo factor C

$\epsilon\epsilon_{ijkl}$ = error experimental

Diseño experimental

Diseño completamente al azar con arreglo tri factorial. Para el ANVA se utilizó el software S.A.S. V.9.4, y la comparación de medias de Rango Múltiple Duncan al 5% de significancia.

Factores de estudio

Los factores de estudio del ensayo, para el Factor A, indica los diferentes cortes de hoja de las estacas, para el Factor B, indica los dos diferentes enraizadores y para el Factor C, indica los dos diferentes clones.

Tabla 1. Factores de estudio

Factor A: Corte de hoja	Factor B: Enraizador	Factor C: Clones
a 1 = Entera o sin cortar	b 1 = polvo	c1 = III – 13
a 2 = Media hoja o mitad	b 2 = liquido	c2 = Ila – 17
a 3 = Sin hoja		

Modelo lineal aditivo

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_j + \alpha_k + \gamma_l + (\beta\alpha)_{jk} + (\beta\gamma)_{il} + (\alpha\gamma)_{kl} + (\beta\alpha\gamma)_{jkl} + \epsilon\epsilon_{ijkl}$$

Tratamientos

Tabla 2. Distribución de tratamientos

Trat.	Interacción	Cortes	Enraizador	Clon	Trat.	Interacción	Corte	Enraizador	Clon
T1	a1b1c1	hoja entera	ANA	III-13	T7	a2b1c2	media hoja	ANA	Ila-17
T2	a1b2c1	hoja entera	AIB	III-13	T8	a2b2c2	media hoja	AIB	Ila-17
T3	a1b1c2	hoja entera	ANA	Ila-17	T9	a3b1c1	sin hoja	ANA	III-13
T4	a1b2c2	hoja entera	AIB	Ila-17	T10	a3b2c1	sin hoja	AIB	III-13
T5	a2b1c1	media hoja	ANA	III-13	T11	a3b1c2	sin hoja	ANA	Ila-17
T6	a2b2c1	media hoja	AIB	III-13	T12	a3b2c2	sin hoja	AIB	Ila-17

Variables de respuesta

Porcentaje de prendimiento, crecimiento de longitud de raíz, número de raíces, número de hojas y porcentaje de mortandad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Porcentaje de Prendimiento (PDP)**

Para esta variable se realizó el respectivo Análisis de Varianza (ANVA) en las diferentes fuentes de variabilidad, descritas a continuación.

Tabla 3. Análisis de varianza para variable porcentaje de prendimiento (PDP)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Corte	2	0.022	0.011	1.71	0.201 NS
Enraizador	1	0.004	0.004	0.69	0.415 NS
Clones	1	0.012	0.012	1.93	0.177 NS
Corte*Enraizador	2	0.004	0.002	0.38	0.690 NS
Corte*Clones	2	0.009	0.004	0.72	0.496 NS
Enraizador*Clones	1	0.003	0.003	0.54	0.469 NS
Corte*Enraizador*Clones	2	0.002	0.001	0.16	0.852 NS
Error	24	0.157	0.006		
Total, corregido	35	0.217			
C.V.	14.44%				

FV: Fuente de Variación. SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Media de los cuadrados,

F: Media de los cuadrados del factor, P-Valor: Valor p y CV: Coeficiente de variación

* Significativo; ** Altamente significativo; NS No significativo

El coeficiente de variación es de 14.44%, indica que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos por lo cual son confiables y se hallan por debajo del valor recomendado (CV <30).

En el análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento no se observaron variaciones significativas en la fuente de variabilidad corte hoja (Factor A), lo cual muestra que los promedios obtenidos fueron homogéneos. El factor B (enraizador), no se observaron diferencias significativas estadísticamente, mostrando homogeneidad en los porcentajes obtenidos, en AIB se logró un 29.7% de prendimiento. Por su parte Villa (2015), obtuvo un porcentaje de prendimiento de clones de cacao igual a 7.5%, comparando con esta investigación el porcentaje de prendimiento es bajo; que se puede atribuir a un efecto de mayor concentración. Así mismo, en el Factor C (Clon), tampoco se observaron diferencias estadísticas en

los promedios de los porcentajes de prendimiento. En cuanto a las diferentes interacciones, no presentan diferencias significativas en los promedios de los porcentajes de prendimiento.

Según Ríos (2011), para lograr un adecuado enraizamiento de las estacas es necesario establecer un vivero en un lugar que permita obtener los tres factores principales: una reducción en la actividad fotosintética, humedad relativa alta (>80 A 90%) y un buen manejo de estrés hídrico, y una temperatura ambiente entre 30 y 35°C. en la presente investigación se mantuvo a condiciones similares.

Longitud de Raíz (LDR)

En la variable longitud de raíz se realizó el respectivo análisis de varianza en las diferentes fuentes de variabilidad, descritas a continuación:

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Corte	2	1029.24	514.62	4.26	0.026*
Enraizador	1	153.38	153.38	1.27	0.270 NS
Clones	1	105.78	105.78	0.88	0.356 NS
Corte*Enraizador	2	538.01	269.01	2.23	0.129 NS
Corte*Clones	2	221.28	110.64	0.92	0.413 NS
Enraizador*Clones	1	73.41	73.41	0.61	0.443 NS
Corte*Enraizador*Clones	2	550.69	275.34	2.28	0.124 NS
Error	24	2897.98	120.75		
Total, corregido	35	5569.81			
C.V.	17.05%				

El Coeficiente de Variación es de 17.05% indica que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos (CV <30), por lo cual los datos son confiables.

En el análisis de varianza para la variable longitud de raíz, se observa variaciones significativas en la fuente de variabilidad corte hoja (Factor A), lo cual muestra que los promedios obtenidos fueron diferentes, entre las medias, lo cual encausa desarrollar un análisis de medias “Prueba Duncan”.

En el Factor B, enraizador, no se observaron diferencias significativas estadísticamente, mostrando homogeneidad en los datos obtenidos. El análisis de varianza la fuente variabilidad Clon (Factor C), no se observó diferencias estadísticas en los promedios de longitud de raíz. Respecto a las diferentes interacciones no presentan diferencias significativas en los promedios de los porcentajes de prendimiento.

Según Delisle (1947) indica que las estacas que se cortan a la mitad y defoliadas enraízan mejor que las que se dejaron las hojas intactas, debido a la disminución del exceso de transpiración de las hojas.

A su vez Rodríguez y Ruista (1981), indican para que el enraizamiento como el prendimiento se realicen en forma normal y el tiempo conveniente, la temperatura debe ser superior a la exigencia de la misma especie para desarrollar normalmente, una

vez enraizado a temperatura de 20°C y si no se considera esto debe recurrir a los enraizadores o al uso de coberturas calientes, como en este caso el crecimiento de las plántulas fue bajo semisombra.

La formación de raíces adventicias en estacas comprende complejos procesos tanto anatómicos y fisiológicos, que se realiza por acción combinada de las auxinas y cofactores de enraizamiento que se promueven en las hojas y yemas. Los cofactores internos (genéticos) tienen una mayor influencia en la rizogénesis, tal como indica Hartmann y Kester (1995) respecto a la iniciación de raíces adventicias.

Tabla 5. Pruebas de medias Duncan para el Factor A (corte)

Factor Corte	Promedio (cm)	Agrupamiento
Media hoja (CH2)	71.268	A
Sin hoja (CH3)	63.772	B
Hoja entera (CH1)	58.219	B

El promedio superior obtenido y diferenciado estadísticamente por la prueba de rangos múltiples Duncan es el corte 2, media hoja (CH2) con 71.268 cm. Los promedios de menor rango obtenido es la del corte 1 hoja entera (CH1) con 58.219 cm y la comparación de medias sin hoja (CH3) alcanza una longitud de raíz de 63.772 cm

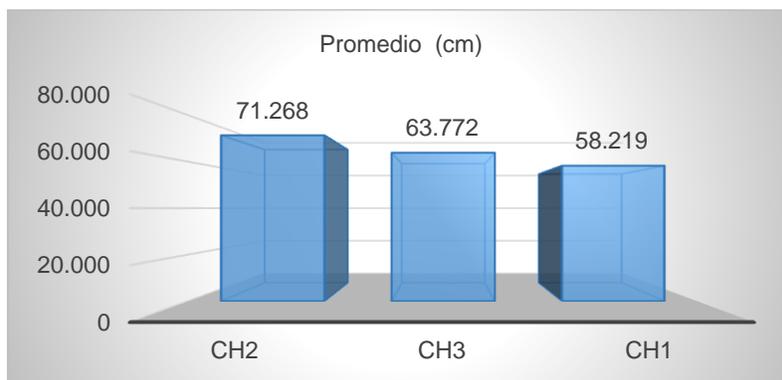


Figura 2. Prueba de medias Duncan para el Factor A para la variable (LDR)

Según Eguez (2010), obtuvo una longitud de raíz de clones de cacao bajo la aplicación de hormonas enraizadoras, en su caso empleo ácido indolbutírico (AIB) el cual resulto igual a 15.3 cm, a su vez también empleo ácido naftalenacético (ANA) en el cual obtuvo un 13.9 cm, comparando con el presente trabajo se observa una superioridad en la longitud. En el ensayo de Villa (2015), se observa una longitud de raíz de clones de cacao aplicando la hormona enraizadoras AIB consiguió una longitud de

raíz de 7 cm. El experimento de Gallegos (2016), bajo la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) alcanzó una longitud de raíz de 17.3 cm y con el empleo ANA obtuvo una longitud de 16.7 cm.

Numero de Brotes (NDB)

En la variable número de brotes se realizó el respectivo análisis de varianza en diferentes fuentes de variabilidad, descritas a continuación:

Tabla 6. Análisis de Varianza para la variable número de brotes (NDB)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Corte	2	0.0143	0.007	0.73	0.4902 NS
Enraizador	1	0.206	0.206	21.10	0.0001**
Clones	1	0.024	0.024	2.45	0.1304NS
Corte*Enraizador (AxB)	2	0.031	0.015	1.61	0.2202NS
Corte*Clones (AxC)	2	0.072	0.036	3.72	0.0390*
Enraizador*Clones (BxC)	1	0.008	0.008	0.83	0.3722NS
Corte*Enraizador*Clones (AxBxC)	2	0.156	0.078	7.99	0.0022**
Error	24	0.235	0.009		
Total, corregido	35	0.749			
C.V.		6.18%			

El Coeficiente de Variación es de 6.18% nos indica que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos por lo cual los datos son confiables y se hallan por debajo del valor recomendado (CV <30).

El ANVA para la variable número de brotes no se observaron variaciones significativas en la fuente de variabilidad corte hoja (Factor A), que explica que los promedios son homogéneos. La variable enraizador (Factor B), se observaron diferencias altamente significativas estadísticamente, entre las medias para el cual se debe desarrollar un análisis de medias "Prueba Duncan" y la fuente variabilidad Clon (Factor C), no se observó diferencias estadísticas en los promedios. Concerniente a la interacción Factores (AxB) corte-enraizador no presentan diferencias significativas en los promedios de número de brotes.

Sin embargo, en la interacción de los Factores (AxC) corte-clones, presenta diferencias significativas, lo cual orienta a elaborar un análisis de medias "Prueba Duncan". Respecto a la interacción de los factores (BxC) enraizador-clones, no presenta diferencias significativas. En cuanto al factor de interacción (AxBxC) relación corte-enraizador-clones presenta diferencias altamente significativas, del cual se realizó un análisis de medias.

Según Hartmann y Kester (1997), colocando una porción de esqueje basal con hojas y yemas de

un clon se logra que enraíce con facilidad. Tal vez los factores de enraizamiento proporcionados por las hojas o las yemas del clon de enraizamiento estimulen la formación de raíces en la parte basal de enraizamiento.

Hartmann, et al. (1997) menciona que existe muchas limitantes, muchas plantas importantes económicamente tienen una baja capacidad genética y fisiológica para la formación de raíces adventicias, manera que debe ser una norma la búsqueda de clones elite, pero provenientes de diferentes ambientes, que permitan llevar su variabilidad genética de sus sitios de origen (Zobel y Talbert, 1988).

Tabla 7. Prueba de medias Duncan para el Factor B (tipo de enraizadores)

Factor Enraizador	Número de brotes	Agrupamiento
Polvo (ANA)	2	A
Líquido (IBA)	1	B

La Tabla 7, muestra mejor comportamiento del enraizador ácido naftalenacético (ANA) se puede observar un valor 2 raíces, aplicando el enraizador ácido indolbutírico (IBA) tiene valor 1 raíz, posiblemente debido a las características fisiológicas de los esquejes y la influencia de los enraizadores.

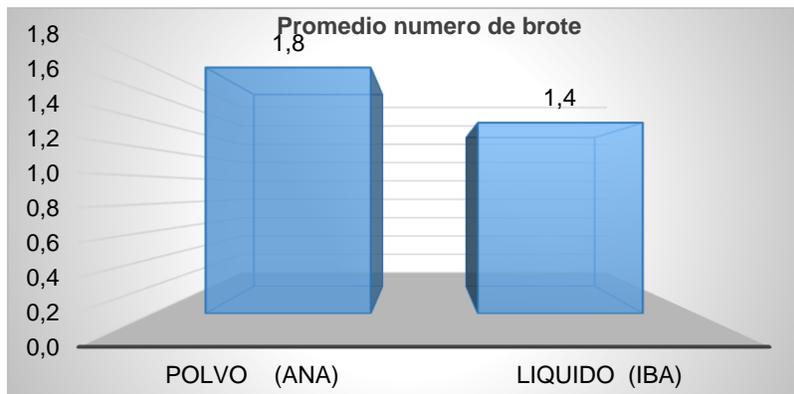


Figura 3. Prueba de medias Duncan para el Factor B para la variable (NDB)

La Figura 3, se muestra al aplicar ácido naftalenacético (ANA) se observa un valor 1.8 raíces y al aplicar la fitohormona ácido indolbutírico (IBA) genera 1.4 raíces.

Tabla 8. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción de los Factores Ax C en número de brotes (NDB).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Clon*(corte 1 hoja entera)	2	0.059	0.029	3.22	3.40	5.61 NS
Clon*(corte2 media hoja)	2	0.033	0.016	1.78	3.40	5.61 NS
Clon*(corte3 hoja entera)	2	0.102	0.051	5.67	3.40	5.61**
EE	24	0.235	0.009			

De acuerdo al análisis de varianza, prueba de efecto simple Tabla 4, muestra que en la fuente de variación dio como resultado diferencias

significativas a la interacción clon por corte de hoja (sin hojas).

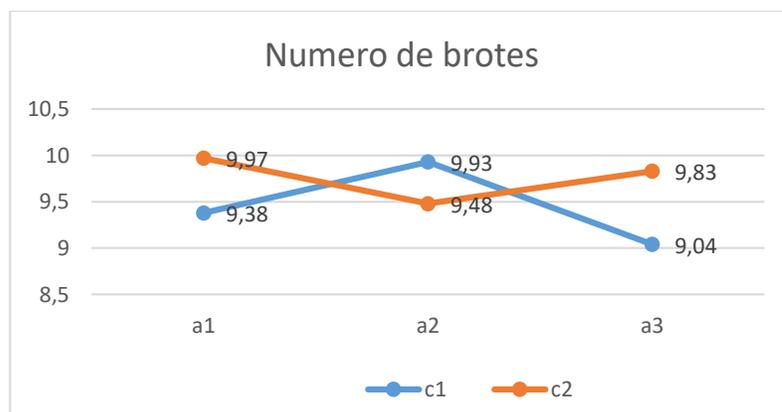


Figura 4. Análisis de efectos simples para la interacción de los factores A x C, para número de brotes

Respecto a los tipos cortes de hoja, el clon (C2 – Ila17) con corte 2 (media hoja) obtuvo 9.93 brotes, el valor más alto, seguido de la estaca de hoja entera con 9.38 brotes y 9.04 brotes los ejemplares sin hoja.

El Clon (C1-III13) estaca hoja entera obtuvo un 9.97 brotes siendo el calor más alto, seguido de la estaca sin hoja 9.83 y finalmente el de menor desarrollo con 9.48 brotes las de corte media hoja.

La Tabla 9, prueba de medias Tukey, muestra los Factores Ax BxC con el valor más alto en el T10

(vareta sin hoja + enraizador IBA y clon III-13), con 7 brotes, el T5 (enraizador ANA + estaca corte de media hoja y el clon III-13) con 7 brotes. El T9 (corte sin hoja + ANA y clon III-13), continua el T11 (corte sin hoja + ANA y clon Ila-17), T7 (corte media hoja + enraizador ANA y clon Ila-17) con un valor de 4 brotes. Por último, el T12 (vareta sin hoja enraizador IBA y el clon Ila-17, con el valor más bajo de 3 brotes.

Tabla 9. Prueba de medias Tukey de efectos simples para la interacción de los Factores (AxBxC) para número de brotes (NDB)

Tukey para el numero de brotes		
Tukey	Media	Tratamiento
Agrupamiento		
A	7	10
A	7	5
B	4	9
B	4	11
B	4	7
B	3	12

Numero de Hojas (NDH)

En la variable número de hojas se realizó el respectivo análisis de varianza en las diferentes fuentes de variabilidad, descritas a continuación:

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable número de hojas (NDH)

	FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Corte		2	0.351	0.175	9.82	0.0008 **
Enraizador		1	0.007	0.007	0.40	0.5311 NS
Clones		1	0.002	0.002	0.15	0.7027 NS
Corte*Enraizador		2	0.184	0.092	5.14	0.0138 *
Corte*Clones		2	0.454	0.227	12.71	0.0002**
Enraizador*Clones		1	0.061	0.061	3.45	0.0757*
Corte*Enraizador*Clones		2	0.067	0.033	1.88	0.1736NS
Error		24	0.429	0.017		
Total, corregido		35	1.558			
C.V.			5.3%			

El Coeficiente de Variación es de 5.3% nos indica que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos por lo cual los datos son confiables y se hallan por debajo del valor recomendado (CV <30).

Según la Tabla 10, análisis de varianza en variable número de hojas (NDH) se observaron variaciones altamente significativas en la fuente de variabilidad corte hoja (Factor A), lo cual nos muestra que los promedios obtenidos fueron diferentes, entre las medias, que permite desarrollar un análisis de medias “Prueba Duncan”. En la fuente de variabilidad enraizador (Factor B) y Clon (Factor C), no se observaron diferencias significativas estadísticamente, mostrando homogeneidad en los datos obtenidos en la variable número de hojas.

En las interacciones de los promedios de numero de hojas presentan diferencias significativas en el Factor (AxB) corte-enraizador, en cuanto al Factor (AxC) corte-clones nos muestra que hay una diferencia altamente significativa entre las medias y para el Factor (BxC) enraizador-clones nos muestra una diferencia significativa, en este caso se tiene el análisis de medias de la prueba Duncan.

La Tabla 11, prueba Duncan al 5% para el Factor A (tipos de cortes), se aprecia dentro la Variable Número de Hojas, quiere decir que los cortes de hoja aplicados a las estacas fueron importantes en relación a número de hojas. Se puede señalar que los cortes de media hoja y sin hoja contienen 5.67 y 5.66 hojas, siendo ambas semejantes y el valor más bajo corresponde al de hoja entera con 4.61 hojas.

Tabla 11. Prueba de medias Duncan para el factor A (cortes de hoja)

Factor Corte	Numero de hojas	Agrupamiento
Media hoja (CH 2)	5,67	A
Sin hoja (CH 3)	5,66	A
Hoja entera (CH 1)	4,61	B

La Figura 5, muestra el de corte de media hoja (CH2) y el sin hoja (CH3) tienen un 5.67 y 5.66 hojas respectivamente y por último la vareta con hoja entera (CH1) con un valor 4.61 hojas.



Figura 5. Prueba de medias Duncan para el factor A (cortes de hoja)

En la Tabla 12, se puede apreciar el ANVA de efectos simples para la interacción de los Factores A (cortes de hoja) por B (enraizadores), se observa diferencias significativas en cuanto al Factor A

(cortes de hoja) con los enraizadores ANA e IBA. En el caso del Factor B (enraizadores) con respecto al Factor A (corte de hoja) no presenta diferencias significativas.

Tabla 12. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción de los factores Ax B en número de hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
A(b1)	1	0.674	0.674	37.44**	4.26	7.82
A(b2)	1	0.146	0.146	8.11**	4.26	7.82
B(a1)	2	0.202	0.101	5.61	3.40	5.61
B(a2)	2	0.024	0.012	0.66	3.40	5.61
B(a3)	2	0.045	0.023	1.28	3.40	5.61
EE	24	0.043	0.018			

En la Figura 6, vemos la interacción de los dos factores, para los cortes de hojas utilizados con el enraizador se tiene en varetas sin hoja con (ANA) obtuvo el valor más alto 15.48 hojas, seguido del corte con media hoja con 15.26 hojas y el con hoja

entera con 13.64 hojas. Para el enraizador IBA el corte de vareta con media hoja obtuvo el mejor resultado con unas 14.64 hojas, sigue la estaca sin hoja con un valor de 14.96 hojas y la estaca sin hoja muestra un valor de 14.74 hojas.

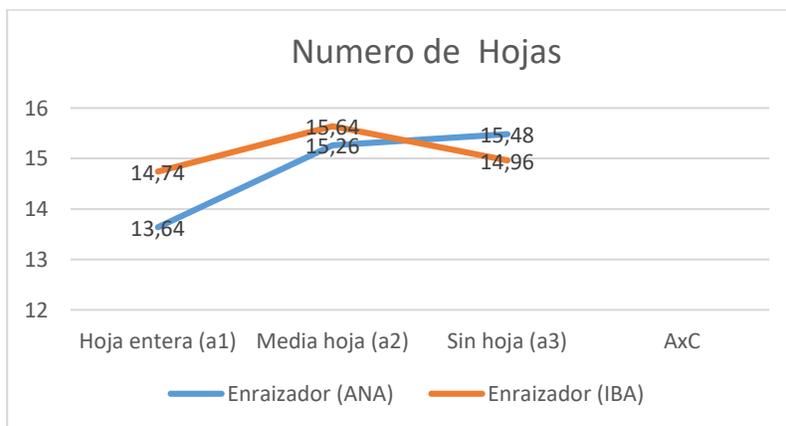


Figura 6. Análisis de efectos simples para la interacción de los factores A x B, para número de hojas

La Tabla 13, muestra el Análisis de Varianza de efectos simples de la interacción del Factor A cortes de hoja por Factor C (clones) en la cual se

observa diferencias estadísticas altamente significativas con estaca de hoja entera, seguido con la vareta corte de media hoja y sin hoja.

Tabla 13. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción de los factores AxC en número de hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
C(a1)	2	1	0.5	27.78**	3.40	5.61
C(a2)	2	0.46	0.23	12.77**	3.40	5.61
C(a3)	2	0.23	0.12	6.67**	3.40	5.61
EE	24	0.43	0.018			

En la Figura 7, se apreciar el ANVA de efectos simples para la interacción de los dos factores, se puede mostrar que el clon III-13, más vareta corte de media hoja; arroja un valor de 16.28 hojas, seguido de vareta sin hoja con 14.63 hojas y por último la

estaca con hoja entera presenta 14.33 hojas que represente el valor más bajo. El Clon Ila-17 y estaca sin hoja presenta 15.81 hojas, seguido de corte de media hoja con 14.62 hojas y la vareta de hoja entera con el valor más bajo con 14 hojas.

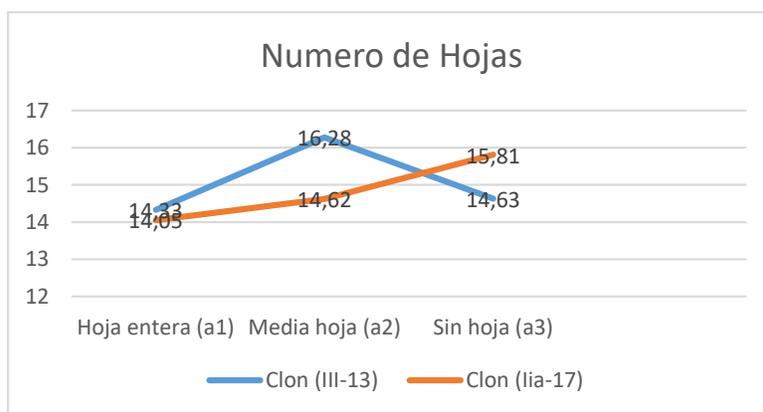


Figura 7. Análisis de efectos simples para la interacción de los factores A x C, para número de hojas (NDH)

En la Tabla 14, se observa el Análisis de Varianza de efectos simples de la interacción del Factor enraizador por Factor clones, muestra que hay diferencia estadística significativa para el

enraizador con el clon III-13. En el caso del Factor enraizador y clon Ila-17 no presentan diferencias estadísticas.

Tabla 14. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción de los factores BxC en número de hojas (NDH)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
B(c1)	1	0.16	0.16	8.88 *	4.26	7.82
B(c2)	1	0.01	0.01	0.56	4.26	7.82
EE	24	0.43	0.018			

En la Figura 8, el ANVA de efectos simples para la interacción de los factores, se puede observar el enraizador (ANA) y clon III-13 y clon Ila-17; ambos

tienen 22.22 hojas. El enraizador IBA y clon Ila-17, presenta 22.26 hojas, y el clon III-13, presenta el valor bajo con 22.12 hojas.

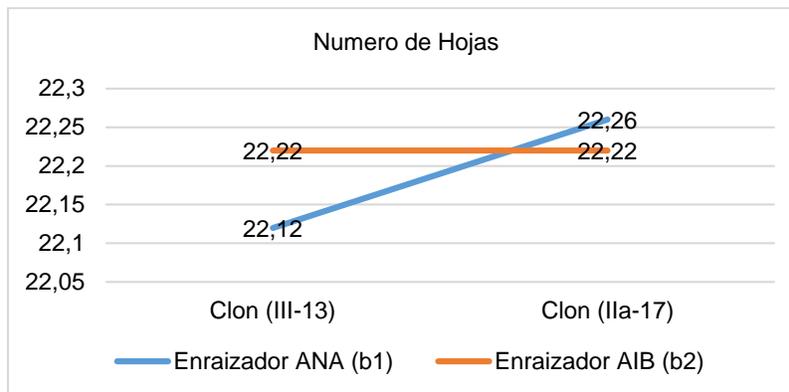


Figura 8. Análisis de efectos simples para la interacción de los factores B x C, para número de hojas (NDH)

Porcentaje de Mortandad (PDM)

En la variable porcentaje de mortandad se realizó el respectivo ANVA en las diferentes fuentes de variabilidad, que se muestra a continuación:

Tabla 15. Análisis de Varianza para la variable porcentaje de mortandad (PDM)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Corte	2	0.0120	0.006	1.43	0.260NS
Enraizador	1	0.003	0.003	0.88	0.356NS
Clones	1	0.007	0.007	1.89	0.181NS
Corte*Enraizador	2	0.003	0.001	0.37	0.694NS
Corte*Clones	2	0.006	0.003	0.76	0.479NS
Enraizador*Clones	1	0.002	0.002	0.60	0.445NS
Corte*Enraizador*Clones	2	0.001	0.001	0.23	0.794NS
Error	24	0.101	0.004		
Total, corregido	35	0.138			
C.V.		6.8%			

El coeficiente de variación es de 6.8%, el cual nos indica que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos por lo cual los datos son confiables y se hallan por debajo del valor recomendado (CV <30).

El ANVA para la variable porcentaje de mortandad, para los factores de estudio corte de hoja (Factor A), enraizador (Factor B), clon (Factor C) y en las diferentes interacciones, no se observaron diferencias estadísticas, el cual nos muestra que los promedios obtenidos son homogéneos de los porcentajes de mortandad.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo realizado en la Estación Experimental de Sapecho, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- El mayor desarrollo en la propagación de estacas de cacao con el corte de media hoja

y el uso de enraizador en polvo (ANA) y el clon III-13 con un 62% de prendimiento, donde obtuvo mejores resultados en todas las variables evaluadas.

- El comportamiento de los dos clones fue diferente en relación a los cortes y aplicación de enraizador, puesto que el T5 (media hoja + enraizador (ANA)+ clon III-13) logro una longitud de raíz 80 cm a diferencia del T10 (sin hoja + enraizador (IBA)+ clon III-13) con 76 cm, T8(media hoja + enraizador IBA +Ila-17) con 72 cm, con diferencia al tratamiento T1(hoja entera + enraizador (ANA)+ clon III-13) con 54 cm que se obtuvo el valor más bajo.
- Para el número de brotes raíces presento diferencias altamente significativas para la interacción corte de hoja, enraizador y clon, obteniendo como resultado T5 (media hoja + enraizador (ANA)+ clon III-13) 7 raíces, y

T10 (sin hoja + enraizador (IBA)+ clon III-13) con 7 raíces, a comparación del tratamiento T12 (sin hoja + enraizador IBA + clon IIa-17) con 3 raíces.

- Respecto a la brotación de nuevas hojas se pudo apreciar diferencias significativas en los factores y en la interacción de factores lo cual indica que los factores tuvieron una influencia independiente. El tratamiento T10 (sin hoja + enraizador (IBA)+ clon III-13) con 7 hojas quedando como el mejor resultado, T5 (media hoja + enraizador (ANA)+ clon III-13) con 6 hojas, con respecto al T2 (Hoja entera + enraizador (IBA)+clon IIa-17) con 4 hojas quedando con el resultado más bajo.
- Respecto a la aplicación del enraizador ácido naftalenacético (ANA) influyo directamente en los clones (III-13 y IIa-17), siendo la más adecuada para la propagación.
- El clon (III-13) respondió favorablemente tanto en corte de hoja (media hoja) a comparación de las otras dos de hoja entera y sin hoja y la aplicación de ácido naftalenacético (ANA). El enraizador ácido indolbutírico (IBA) en porcentaje menor en todas las variables evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

CIPCA (Centro de Investigación y Producción del Campesinado). 2006. Germoplasma del Cacao. Bolivia: Salazar Coraly. 8 p.

CUMAT/CUTESU (Capacidad de Uso Mayor de la Tierra), 1985, proyecto Alto Beni. Informe técnico. LA Paz, Bolivia. 146 p.

Delisle, A. & Ruiz, L. 1947. Enraizamiento de estacas de Cacao defoliadas (*Theobroma Cacao*), Colombia, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía de Palmira. Revista 261-263 p.

Eguez Enríquez, EA. 2010, Potencial de enraizamiento de estacas ortotrópicas provenientes de plantas somáticas de cuatro genotipos de Cacao (*Theobroma Cacao* L.) Tipo Nacional. Quevedo, Los Ríos. Tesis de grado Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 30-36p.

Gallegos Murillo, JZ. 2016, Enraizamiento de ramillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando dos fitohormonas. Tesis de grado. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador. 19 - 22 p.

Gómez Medrano, SR. 2010. Evaluación de la propagación in vitro en cinco Clones promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis. Guatemala. 66 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2012. CACAO Operaciones Postcosecha. Consultado jul. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>

Hardy, F. 1969. Manual de Cacao. Turrialba, Costa Rica. Editorial Antonio Lehmann. 13-14 p.

Hartmann, H. & Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760 p.

Hartmann, et al. 1997. Plant propagation. Principles and practices. 6th ed. New Jersey. Prentice Hall.

INIAP, 2017. Genotipos de Cacao en Alto Beni Bolivia, Catalogo de selecciones locales de Cacao, Alto Beni, Palos Blancos. Bolivia. 140 p.

INIAP, 2010. Boletín Técnico, 149. Multiplicación Clonal de Cacao por el Método de Enraizamiento (Ramilla), Estación Experimental Litoral Sur Programa Nacional de Cacao. Ecuador.

July Martínez, W. 2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones elites del Alto Beni. (Tesis posgrado). Bolivia. CATIE. 88 p.

Macías Zambrano, JW. 2013. Propagación vegetativa de Cacao CCN-51 por Acodo Aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB". Tesis. Quevedo, Ecuador. 13 p.

Mata Quiroz, A. 2006. Establecimiento de un sistema de Propagación vegetativa de genotipos superiores de Cacao (*Theobroma cacao* L.) por medio de ramillas en el CATIE, Tesis. Cartago, Costa Rica. 83 p.

Phillips Mora, W. 2009. Catálogo de Enfermedades del Cacao en Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, CR. Costa Rica: 6-8 p.

PDM (Plan de Desarrollo Municipal, Palos Blancos). 2012. La Paz, Bolivia: USAID

Quispe Gutiérrez, J. 2010. El cultivo de Cacao en un Sistema Agroforestal Local. Bolivia: EL CEIBO. 50 p.

Ríos, M, 2011. Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y tres tipos de estacas en la producción de plantas de guayusa (liex

- guayusa) a nivel de vivero en el cantón archidona, provincia napo. Tesis, Riobamba. Ecuador. 26 p.
- Rodríguez, G. y Ruista. 1981. El cultivo de cacao. Ed. EUNED. Tercera reimpresión de la segunda edición. Serie Cultivos Mayores No.4 San José, Costa Rica: 64p.
- Somarriba Chavez, E. Injertos y otras técnicas de Propagación del Cacao, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), Turrialba CR, Costa Rica.
- Villa Cárdenas, E.P. 2015. "Efectos de dos hormonas enraizantes sobre plantas clónales de Cacao (*Theobroma Cacao* L) de la variedad CCN- 51 A nivel de vivero en la zona de La Troncal, Provincia del Cañar. Tesis de grado Universidad Agraria del Ecuador. Milagro-Ecuador.31-34p.
- Zobel, B. & Talber, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Ed. Limusa. 554 p.