

# Evaluación de tres densidades de plantación de cacao y dos arquitecturas provenientes de reproducción asexual

José González, Orlando Rodríguez, José De La Cruz y Juan Almonte

## Abstract

In the Dominican Republic farmers are renewing cocoa tree through the technique of grafting with the aim of increasing productivity. However, there have been no reported research results on the field performance of plants propagated by grafting. This research was conducted to evaluate the effect of three planting densities and two architectures, to measure the performance of grafted cacao plants. The densities were 2500 plant/ha (2.0 x 2.0 m), 1600 plants / ha (2.5 x 2.5m) and 1100 plants / ha (3.0 x 3.0 m) and architectures were: plants with two and three main branches. The trial was conducted in the community of Conuco, Salcedo, Hermanas Mirabal province. As experimental material five clones (ML-105, ML-106, ICS-39, UF-221 and UF-613) were used. The design was a randomized complete block factorial arrangement (3x2) with four repetitions. As provisional shadow banana tree were used at 3.0 x 3.0 m Cuban pinion as a permanent shadow at 6.0 x 6.0 m. Evaluations were don five crop years. It was found that the effect of architecture plant factor was no significant after the third year of evaluation; however, the plant density factor has the greatest influence on yields. From the third year, density 1100 plants / ha, independent of architecture, produced the highest yield (3,933 kg ha<sup>-1</sup> on average). The densities and architectures did not affect the percentage of diseased fruits.

Keywords: *Theobroma cacao* L., density, yield.

## Resumen

En la República Dominicana los productores de cacao están renovando sus fincas de cacao a través de la técnica de injertía, con el propósito de aumentar la productividad. Sin embargo, no se han reportado resultados de investigación sobre el comportamiento en el campo de las plantas reproducidas por injertos. Se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de siembra y dos arquitecturas, para cuantificar el rendimiento de plantas injertadas de cacao. Las densidades utilizadas fueron: 2500 plantas/ha (2.0 x 2.0 m), 1600 plantas/ha (2.5 x 2.5m) y 1100 plantas/ha (3.0 x 3.0 m) y las arquitecturas fueron: plantas con dos y tres ramas principales. La evaluación se realizó en la comunidad de Conuco, Salcedo, provincia Hermanas Mirabal. Como material experimental se utilizó una mezcla homogénea de cinco clones (ML-105, ML-106, ICS-39, UF-221 y UF-613). El diseño experimental utilizado fue de un arreglo factorial (3x2) en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Como sombra provisional se usó plátano a 3.0 x 3.0 m y piñón cubano como sombra permanente a 6.0 x 6.0 m. Se realizaron evaluaciones durante cinco años de cosecha. Se encontró que el efecto del factor arquitectura de planta dejó de ser significativo sobre los rendimientos a partir del tercer año de evaluación; en cambio, el factor densidad de siembra tiene mayor influencia en los rendimientos. A partir del tercer año, la densidad 1100 plantas/ha, independiente de la arquitectura, produjo los mayores rendimientos (3,933 kg ha<sup>-1</sup> en promedio). Las densidades y las arquitecturas no afectaron el porcentaje de frutos enfermos.

Palabras clave: Rendimiento, *Theobroma cacao* L. marco de plantación.

## INTRODUCCIÓN

Según Enríquez (2004), la distancia de siembra 2x2 m. es adecuada para sembrar cacao híbrido, con la condición de que se eliminen a partir del sexto año los arboles débiles, enfermos o improductivos. El mismo autor plantea otra alternativa donde recomienda una distancia de 2.5x2.5m., 2x3m., 2.5x3 y 3x3m.

En el proyecto "Utilización y Conservación de Germoplasma de Cacao" en el Plan Anual de Trabajo del Ecuador, propuesto por el Fondo Común para los Productos Básicos (CFC), la Organización Internacional del Cacao (ICCO) y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), recomiendan grupos de trabajos con plantas clonales, donde se utilizan varios marcos de

plantación 1.5 m x 2.0 m (3,333 plantas/ha) y 3.0x3.0 m (11,00 plantas/ha).

Onsei *et al.* (1996), en un estudio realizado en el Instituto de Investigación de Cacao de Ghana, evaluaron cuatro híbridos de cacao a diferentes marcos de plantación [2.0 m x 2.0 m (2500 plantas/ha), 2.0 m x 4.0 m (1250 plantas/ha); 2.5 m x 2.2 m (2002 plantas/ha) y 3.0 x 3.0 m (1100 plantas/ha)], y podas a tres niveles (sin poda, poda a la primera orquilla y poda flexible). La poda flexible comprendía una mezcla de poda a la primera y a la segunda orquilla, dependiendo de la altura deseada de 1.80 m. Solo dos híbridos plantados en espaciamiento ancho, de 3.0 m x 3.0 m (11,00 plantas/ha), con una

<sup>1</sup> Investigadores en cacao. Estación Experimental Mata Larga, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestales (Idiaf). jgonzalez@idiaf.gov.do

producción mayor que la obtenida en el espaciamiento más estrecho (2.0 m x 2.0) m (2500 plantas/ha). La poda flexible alcanzó más productividad que los otros tratamientos de poda. La densidad y la poda no tuvieron influencia en la incidencia de plagas.

En la República Dominicana no se reporta información sobre resultados del comportamiento de árboles injertos de cacao sembrados a diferentes distancias y con diferentes niveles de poda. Se necesita generar información para mejorar la productividad de las plantaciones de cacao y contribuir a mejorar los beneficios al productor.

Las plantaciones comerciales de cacao de la República Dominicana, en su mayoría, son procedentes de semillas híbridas, de las cuales un alto porcentaje se han sembrado a baja densidad (menos de 1000 plantas/ha). Este factor unido al mal manejo, han contribuido a la baja productividad del cultivo, que es de 390 kg ha<sup>-1</sup> (MA 2012).

En la República Dominicana se promueve la siembra de cacao a través de injertos con el propósito de aumentar la productividad. Además, se reproducen exitosamente clones promisorios para mejorar la productividad. Sin embargo, en el país no se han reportado resultados de investigación que brinden información sobre el comportamiento de las plantas de cacao procedentes de la reproducción asexual en el campo. El objetivo en este estudio es evaluar el efecto de tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta sobre la productividad de cacao en la provincia Hermanas Mirabal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Conuco, Salcedo; provincia Hermanas Mirabal, cuyas coordenadas son: 19Q 356808 UTM 2139723. Con una altitud de 89 msnm, temperatura promedio anual de 26.5°C y pluviosidad promedio anual de 1,393 mm.

Como material de siembra, se utilizó una mezcla homogénea de plantas de clones locales e introducidos. Los locales fueron ML-105 y ML-106, mientras que los introducidos fueron ICS-39, UF-221 y UF- 613. El total de plantas usadas en cada parcela experimental estuvo compuesto por el 20% de cada uno de los clones empleados. Estos árboles fueron producidos por injertos en la Estación Experimental Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), en San Francisco de Macorís.

Para la sombra provisional, se utilizó plátano (*Musa AAB*) a una distancia de siembra de 3.0 m x 3.0 m y para la sombra permanente se sembraron estacas de piñón cubano (*Gliricidia sepium* Jacq. Stend.) de aproximadamente 1.5 m de altura, a una distancia de siembra de 6.0 m x 6.0 m.

Se utilizó un arreglo factorial 3x2 en un diseño en bloques completos al azar con, con cuatro repeticiones. El primer factor la densidad de siembra y el segundo factor la arquitectura de las plantas.

Las densidades de siembra fueron: 2500 plantas ha<sup>-1</sup> (2.0 x 2.0 m), 1600 plantas/ha (2.5 x 2.5m) y 1100 plantas ha<sup>-1</sup> (3.0 x 3.0 m), en hileras simples. Las arquitecturas consistieron en árboles con dos ramas principales y árboles con tres ramas principales. Estos niveles se obtuvieron podando los árboles injertos y dejando las ramas más vigorosas.



### Los tratamientos evaluados fueron:

T1 = 3.0m x 3.0 m, con dos ramas (1100 plantas ha<sup>-1</sup>)

T2 = 3.0m x 3.0 m, con tres ramas (1100 plantas/ha<sup>-1</sup>)

T3= 2.5m x 2.5 m, con dos ramas (1600 plantas/ha<sup>-1</sup>)

T4= 2.5m x 2.5 m, con tres ramas (1600 plantas/ha<sup>-1</sup>)

T5 = 2.0 m x 2.0 m, con dos ramas (2500 plantas/ha<sup>-1</sup>)

T6 = 2.0 m x 2.0 m, con tres ramas (2500 plantas/ha<sup>-1</sup>)

Durante los dos primeros años de establecido el estudio, y cada cuatro meses se realizó control manual de malezas. A partir del tercer año se realizó un control de maleza por año. Al segundo año de la siembra se realizó una poda de formación para establecer los tratamientos





correspondientes a la arquitectura de la planta. En esta poda se dejaron dos y tres ramas principales en cada árbol, según tratamiento. En ese mismo momento se hizo una poda fitosanitaria.

La fertilización se realizó tres meses después de la siembra y luego anualmente. Se aplicó fertilizante fórmula 15-15-15-4 a razón de cuatro onzas por árbol hasta el segundo año. A partir del tercer año se aplicó la misma fórmula de fertilizante, pero a razón de 10 onzas por árbol.

A partir del tercer año después de la siembra y cada tres meses se realizó un deschuponado y una poda de mantenimiento y fitosanitaria. La poda fitosanitaria solo incluyó la remoción de ramas enfermas y no la remoción de mazorcas enfermas, porque el número de mazorcas enfermas fue una de las variables a medir. A partir del tercer año se hizo una poda y raleo anual de la sombra permanente.

Se realizaron dos cosechas por año. Una desde noviembre hasta enero del año siguiente y otra desde marzo hasta julio. Los frutos fueron cosechados cuando estaban completamente maduros, utilizando cuchillas y machetes.

### Variables evaluadas

Rendimiento de almendras secas en  $\text{kg ha}^{-1}$ , número de mazorcas producidas, cada 15 días en el periodo de mayor producción (marzo - julio) y mensualmente en el período de menor producción (noviembre - enero). Para convertir de peso húmedo a peso seco, el peso húmedo se multiplicó por el factor 0.38 y se dividió por el área cosechada para expresarse en  $\text{kg/ha}$ . También se determinó el porcentaje de frutos enfermos dividiendo el número total de frutos enfermos entre el número total de frutos cosechados y multiplicando por 100.

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y separación de medias por el procedimiento de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento

Para los datos de rendimientos obtenidos en la primera cosecha, la interacción densidad de siembra por arquitectura de la planta fue significativa ( $p=0,0138$ ;  $CV=58\%$ ). El mayor rendimiento se observó en los árboles con dos ramas a una densidad de 1100 plantas/ha, con un promedio de 1,071  $\text{kg/ha}$ . Los demás tratamientos fueron iguales estadísticamente, Figura 1.

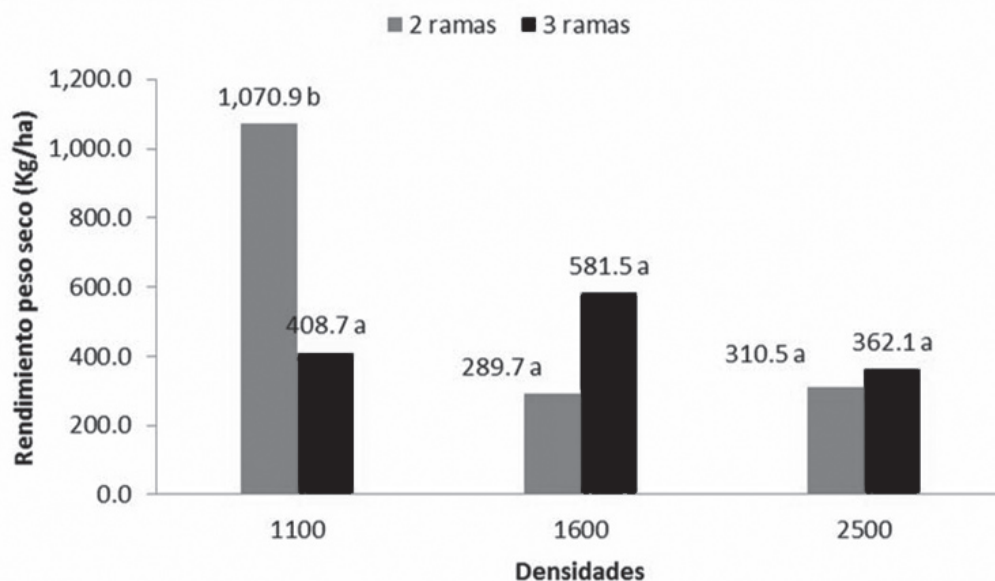


Figura 1. Rendimiento promedio de cacao al primer año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.



También, se encontró interacción significativa ( $p=0.0064$ ;  $CV=20,2\%$ ) densidad por arquitectura para los datos de rendimientos de la segunda cosecha. Los mejores rendimientos se obtuvieron con la densidad 1100 plantas/ha con una arquitectura de plana de dos ramas y el tratamiento 1100 plantas/ha con tres ramas y 1600 plantas/ha con tres ramas, no existiendo diferencias significativas entre estos dos últimos tratamientos, Figura 2. Con todos los tratamientos se obtuvo un rendimiento por encima del promedio nacional ( $390 \text{ kg ha}^{-1}$ ) de cacao.

En el tercer año de evaluación se encontró que la interacción densidad por arquitectura fue no significativa ( $p=0.6868$ ;  $CV=23.65\%$ ); tampoco se encontró significancia para el factor arquitectura ( $p=0.8666$ ). Sin embargo, la densidad afectó significativamente el rendimiento ( $p<=0.0001$ ). La densidad 1100 plantas/ha produjo el mayor rendimiento ( $1,674.4 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Figura 3. No hubo diferencia entre las densidades 1600 y 2500 plantas/ha. Al comparar los datos de la Figura 2 con los de la Figura 3, se observa que hubo una disminución de los rendimientos en el tercer año de evaluación. El bajo

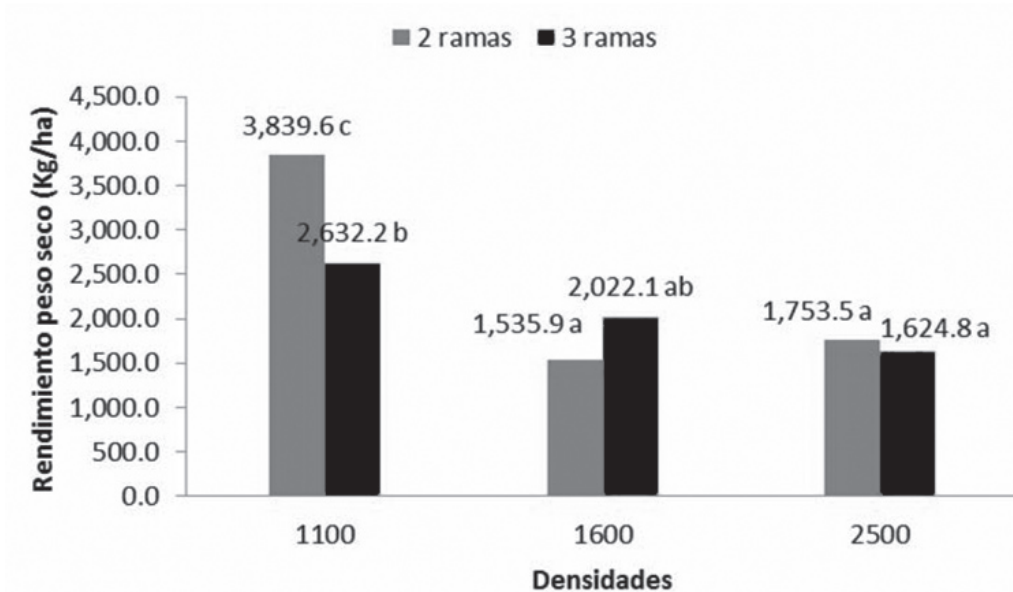


Figura 2. Rendimiento promedio de cacao al segundo año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

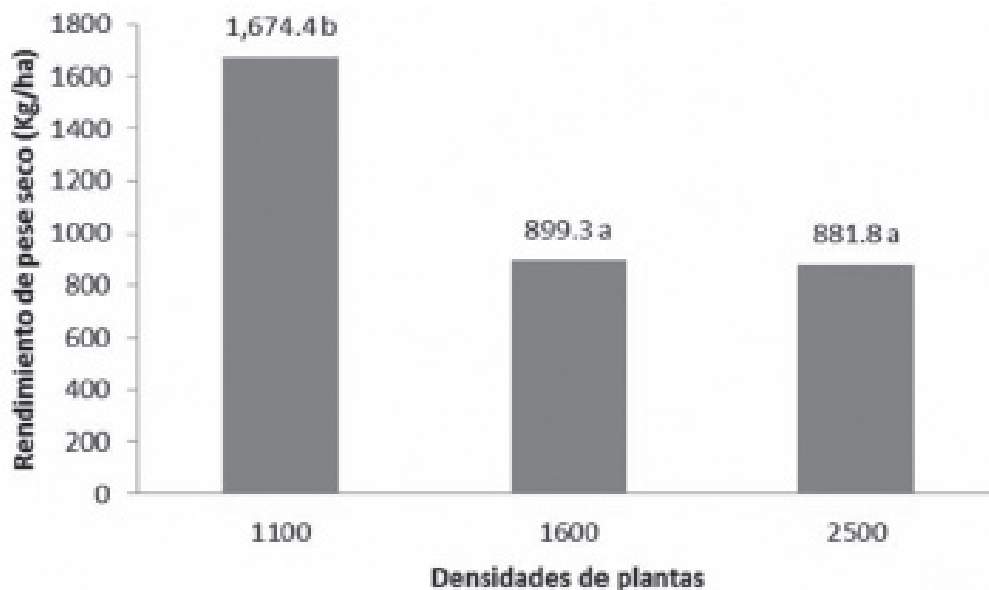


Figura 3. Rendimiento promedio de cacao al tercer año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

nivel de los rendimientos en todos los tratamientos se atribuye a un prolongado período de sequía (diciembre - marzo). Registrándose una pluviometría promedio de 34 mm, cuando los frutos estaban en estado de “pepinillo” aproximadamente de uno a dos meses después de la fecundación de la flor.

En el cuarto año de evaluación se encontró que la interacción densidad por arquitectura no fue significativa ( $p=0.6514$ ;  $CV=16.9\%$ ); tampoco se encontró significancia para el factor arquitectura ( $p=0.4282$ ). Sin embargo, la densidad afectó significativamente el rendimiento ( $p<=0.0001$ ). La densidad 1100 plantas/ha produjo el

mayor rendimiento ( $4,563.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Figura 4. No hubo diferencia entre las densidades 1600 y 2500 plantas/ha.

En el quinto año de evaluación se obtuvieron resultados similares a los del tercer y cuarto año; tampoco hubo interacción significativa entre los factores en estudio ( $p=0.6938$ ). Sólo se encontró diferencias significativas entre las densidades ( $p<0.0001$ ;  $CV=11.74\%$ ). Al igual que en las dos evaluaciones anteriores, la densidad 1100 plantas/ha produjo los mayores rendimientos ( $5,652.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ), no existiendo diferencias significativas entre las densidades 1,600 y 2,500 plantas/ha, Figura 5.

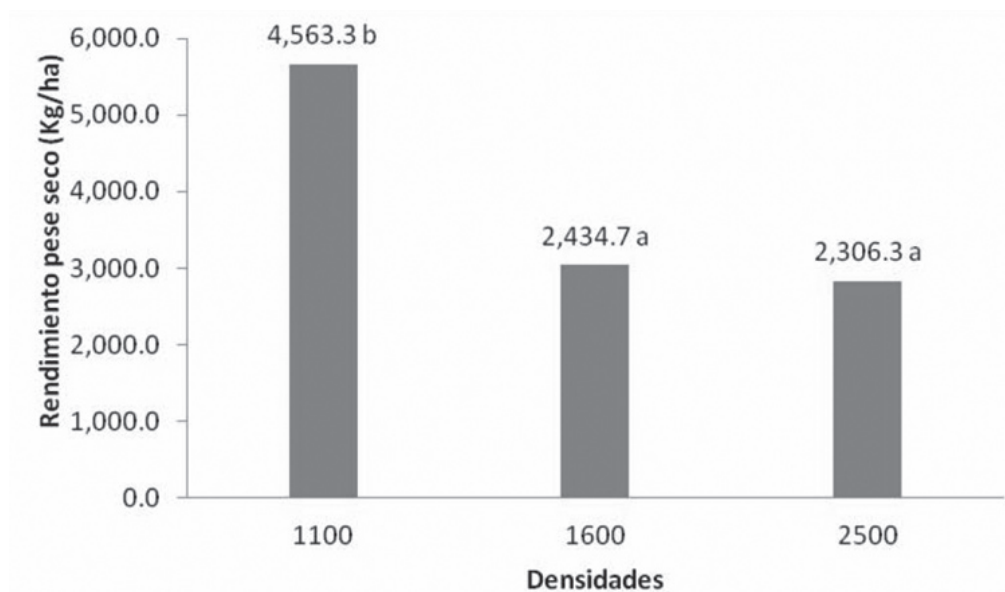


Figura 4. Rendimiento promedio de cacao al cuarto año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana.

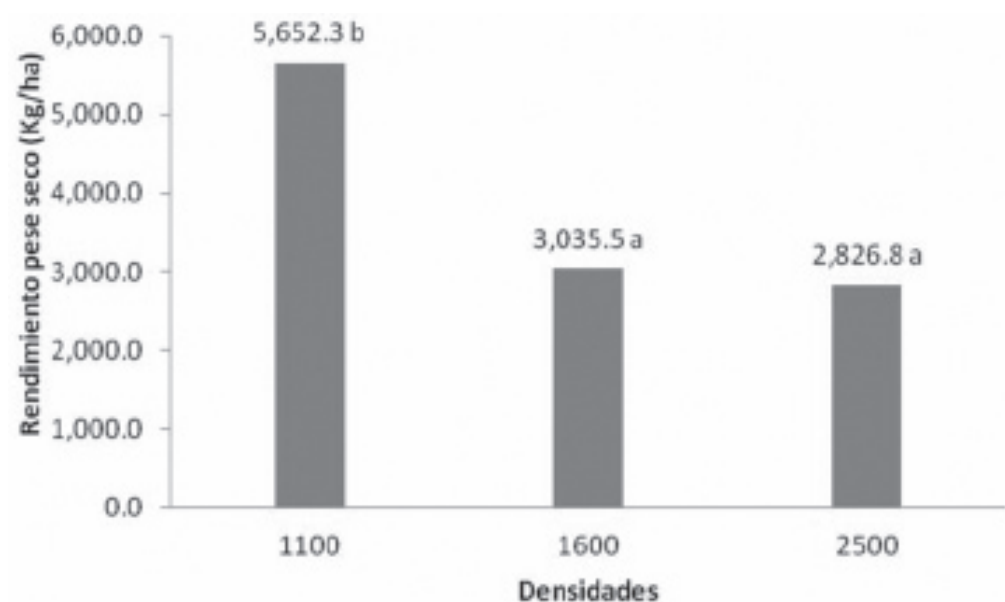


Figura 5. Rendimiento promedio de cacao al quinto año de evaluación, con tres densidades de siembra y dos arquitecturas de planta. Conuco, Salcedo, República Dominicana..

## Numero de frutos enfermos

En ninguna de las evaluaciones realizadas se encontró que los tratamientos afectaran significativamente el porcentaje de frutos enfermos. En la tabla siguiente se muestra la media general de los de frutos enfermos obtenidos en cada evaluación.

No. Años evaluados	No. de frutos enfermos (Media general)
1	13
2	18
3	14
4	4
5	17

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- Para la variable rendimiento, la arquitectura de la planta deja de ser significativa a partir del tercer año de evaluación.. En cambio, el factor densidad de siembra tiene mayor influencia en los rendimientos a partir del tercer año.
- Con la densidad 1,100 plantas/ha (3 x 3 m) produjo los mayores rendimientos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Compañía Agropecuaria Tobías González por el financiamiento.

A mis compañeros de trabajo Marisol Ventura López, Feliciano Antonio Andújar y Alejandro María Núñez. Al Comité Técnico del Centro Norte del IDIAF y de forma muy especial a los ingenieros Julio Morrobel y Elpidio Avilés.

## LITERATURA CITADA

Enriquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores Ecuatorianos. INIAP. Manual NO. 54. Quito, EC.

Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo de Cacao. Turrialba, CR, IICA. 139p.) serie materiales de enseñanzas no. 22).

Onsei, B.; Amoah, F.; Amonoo, R.; Tafo A. 1996. Respuestas de algunos híbridos de cacao al adensamiento y a la poda. Salvador, Bahía, Br. En Conferencia Internacional de Investigaciones en Cacao. 888 p.

MA. (Ministerio de Agricultura), DO. 2012. Estadística del Departamento de Cacao. Santo Domingo, DO.