

CACAO

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN



República Dominicana
Febrero 2004



Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, República Dominicana. Febrero 2004

El material consignado en estas páginas se puede reproducir por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El IDIAF agradece a los usuarios incluir el crédito institucional correspondiente en los documentos y eventos en los que se utilice.

Cita correcta:

IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) Resultados de investigación en Cacao. Santo Domingo, DO. 73 p.

Palabras clave: cacao, sustrato, riego, fertilización, maleza, fermentación, metales pesado, control de malezas.

Presentación

Ponemos en sus manos los resultados de investigaciones en el cultivo de cacao que se han conducido en los primeros dos años de trabajo del IDIAF. La agenda de investigación definida fue fruto de talleres participativos con los diferentes actores de la cadena productiva de este importante rubro de exportación.

El cacao se enfrenta a limitantes tecnológicas que se muestran en sus bajos rendimientos y baja calidad. Los nuevos nichos de mercado exigen atributos de calidad diferenciados, con sabores y aromas particulares. En este sentido, el programa de investigaciones contribuye al sector generando y validando las tecnologías que contribuyan a posicionarnos en dichos mercados.

Los resultados alcanzados por el IDIAF nos encaminan a la obtención de cultivares promisorios superiores a los existentes en rendimiento, calidad y tolerancia a las enfermedades. Se está trabajando a nivel de vivero con tecnologías de multiplicación sexual y asexual. En la producción orgánica se han identificado productos orgánicos para el manejo de las ratas. Se trabaja en el diseño de una tecnología eficiente para la fermentación, componente importante para la calidad del cacao. Además, se ha hecho la determinación de residuos de metales pesados en el grano, como otro elemento primordial para poder exportar el cacao dominicano.

Esperamos que este documento sirva de consulta y que de respuestas a las inquietudes de los cacaocultores y técnicos del sector, en las temáticas tratadas. Compartimos los esfuerzos en situar al cacao dominicano en nichos preferenciales.

Ángel Castillo
Director Ejecutivo

Índice

	Pag.
Selección de árboles de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) nativo e híbrido de buena calidad y rendimiento.	1
Madurez de las mazorcas y posición de las semillas en la germinación y desarrollo de las plántulas de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	8
Evaluación de sustratos en el enraizamiento de estacas de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	15
Frecuencia de riego y niveles de fertilización en el desarrollo de plántulas de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	23
Evaluación de materiales orgánicos para el control de ratas	36
Alternativas de manejo de la maleza mano poderosa (<i>Symgonium podophyllum</i>) en el cultivo del cacao	43
Evaluación de la calidad del cacao (<i>Theobroma cacao</i>) en tres métodos de fermentación	51
Contenido de metales pesados tóxicos (níquel, plomo, cobre, cadmio y manganeso) en el cacao de la provincia Monseñor Nouel	63

**Selección de árboles de cacao
(*Theobroma cacao*) nativo e híbrido
de buena calidad y rendimiento**

Marisol Ventura López¹, Alberto González
Hernández¹ y Lépido Batista²



¹Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correo electrónico: mventura@idiaf.org.do, agonzalez@idaf.org.do
Tels: 588-8699; 588-6400 Ext. 32

² Investigador independiente

1. INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana la siembra de cacao (*Theobroma cacao* L.) con fines comerciales se dinamizó a principio del siglo XX. Las plantaciones se establecieron con cacao nativo, tanto forastero como trinitario. Por sus características de tolerancia a plagas y enfermedades, el forastero tuvo buena aceptación entre los cacaocultores dominicanos. Sin embargo, es un cacao con sabor ordinario que carece de potencial para aprovechar los nuevos nichos de mercado. El trinitario tiene buenos atributos de calidad, tanto tecnológicos (buen tamaño de grano y color violeta claro y rosado pálido) como organolépticos (buen sabor y aroma). Dentro de las plantaciones comerciales se encontraban ejemplares de cacao criollo, el cual se caracteriza por tener la almendra blanca y rosado pálido, con excelentes atributos organolépticos. El criollo es el más codiciado para la elaboración de productos de alta calidad.

Estas plantaciones se manejaban inadecuadamente desde el punto de vista agronómico. El rendimiento nacional promedio era de 436 kg/ha. Esto motivó a que en la década de 1970 se iniciara un programa de renovación y rehabilitación de las plantaciones comerciales. Para tal fin, se utilizaron clones e híbridos introducidos con alta productividad. No se utilizaron los materiales locales para la producción de híbridos, por lo que la base genética local se redujo notablemente.

Los nuevos nichos de mercado exigen atributos tecnológicos, tales como tamaño, color de las semillas y porcentaje de grasa. Además, atributos organolépticos como el sabor y aromas especiales que podrían encontrarse en las plantaciones nativas e híbridas. Este tipo de cacao recibe mayores precios en los mercados internacionales. La cacaocultura dominicana se encamina hacia la incursión en estos mercados especializados, por lo tanto se necesita rescatar el material que cumpla con los nuevos requisitos de calidad.

El objetivo de la investigación fue seleccionar árboles de cacao nativo e híbrido de buena calidad y rendimiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en fincas cacaotaleras situadas en las regiones nordeste (19.34° N, 70.29° O) y este (18.88° N, 69.20° O) de la República Dominicana. Las fincas de la región este están ubicadas a 103 msnm y la pluviometría media anual es de 1,576 mm. Las del nordeste están ubicadas a una altitud entre 130 a 150 msnm, con pluviometría media anual de 1,439 mm. Esta investigación se realizó en el período 1999 - 2002.

Se seleccionaron nueve fincas de plantaciones adultas con árboles trinitarios, criollos e híbridos; ocho en la región este y una en la nordeste. Dentro de las fincas se identificaron los árboles superiores, con base en las características siguientes: a) mayor de 60 mazorcas por árbol por año; b) mazorcas sanas; y c) peso de semilla mayor de 1.3 g.

A los árboles identificados se les midieron las siguientes variables: producción (número mazorcas sanas producidas/árbol), rendimiento peso seco (kg/árbol), índice de mazorca (mazorcas necesarias para 1 kg de cacao), índice de semillas (peso seco promedio de una semilla en g) y número de mazorcas negras. Para determinar el número de mazorcas sanas producidas se realizaron cosechas sucesivas en el período de febrero a julio de 2001 y 2002.

El rendimiento de peso seco se calculó multiplicando el peso húmedo de 20 mazorcas tomadas al azar, y multiplicado por un factor de conversión de 0.38. El valor obtenido se dividió entre 20, y se multiplicó por el número de mazorcas producidas por árbol.

El índice de mazorca se obtuvo dividiendo el número de mazorcas sanas entre el peso seco. El índice de semillas se obtuvo dividiendo el peso seco entre el número de semillas. Para determinar la mazorca negra (*Phytophthora* sp.) se contaron las mazorcas afectadas.

Para elegir los árboles híbridos y trinitarios se aplicó el índice de selección según el método Soria (1966), citado por Enrique (1987). Para los árboles criollos se aplicó el criterio de color de

las almendras. Se seleccionaron todos los árboles criollos que mostraron almendras blancas. Se determinó con el porcentaje de almendras blancas en una muestra aleatoria de 100 semillas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región este se identificaron 44 árboles nativos con potencial de calidad y rendimiento, 21 trinitarios y 23 criollos. De acuerdo a la puntuación de Soria, se seleccionaron 3 árboles trinitarios y 15 criollos. Estos árboles presentan características fenotípicas adecuadas de vigor y rendimiento.

Las características de los árboles nativos se presentan en la Tabla 1. Todas las almendras de los trinitarios eran de color violeta claro y rosado pálido. El mejor de estos árboles fue el 44, el cual presentó las mejores características.

Para la selección de árboles criollos se tomó como criterio principal el color de las almendras, y en segundo lugar el rendimiento. En este sentido, los mejores árboles fueron el 11 y el 32 con un 100 % de almendras blancas. Los mejores árboles con base en el rendimiento fueron el 18 y 34, los que mostraron buenos índices de mazorca y semilla (Tabla 1).

Tabla1. Rendimiento y puntuación final de los cultivares seleccionados en plantaciones nativas (trinitario y criolo), República Dominicana, 2002

Cultivar	Tipo Genético	Mazorcas Producidas	Peso seco kg/árbol	Índice mazorca	Índice semilla	Puntuación Final	Almendra blanca %
14	Trinitario	44.0	2.91	15.1	1.80	6	-
30	Trinitario	63.0	3.61	17.3	1.61	6	-
44	Trinitario	68.5	8.97	8.08	3.23	8	-
9	Criollo	57.5	2.23	25.8	1.00	-	85
11	Criollo	37.5	1.61	23.4	1.31	-	100
12	Criollo	48.5	1.97	24.6	1.31	-	67
16	Criollo	74.0	2.20	33.68	1.39	-	60
18	Criollo	53.0	2.35	22.6	1.09	-	45
19	Criollo	63.0	2.25	28.1	1.02	-	70
20	Criollo	49.5	1.90	27.4	1.10	-	75
22	Criollo	43.0	1.12	40.2	1.15	-	29
28	Criollo	24.5	0.92	26.2	1.55	-	95
31	Criollo	25.0	0.72	34.9	0.89	-	24
32	Criollo	10.0	0.48	21.0	1.21	-	100
33	Criollo	16.0	0.61	26.7	1.39	-	39
34	Criollo	11.5	0.65	18.4	1.80	-	44
37	Criollo	46.0	1.87	24.7	1.40	-	33
38	Criollo	65.0	2.38	27.1	1.57	-	30

* Según Soria (1966) citado por Enrique (1987)

En la región nordeste se identificaron 100 árboles híbridos con potencial de calidad y rendimiento. Según los resultados obtenidos, se seleccionaron 10 árboles élite. La Tabla 2 presenta las características de los árboles híbridos. Los mejores fueron el 12 y 43 los cuales mostraron las mejores características, incluso superiores a los descritos por Batista (1984).

Tabla 2. Rendimiento y puntuación final de los árboles híbridos seleccionados, República Dominicana, 2002

Cultivares	Mazorcas producidas	Peso seco kg/árbol	Índice mazorca	Índice semilla	Puntuación final*
Rizek - 1	77.5	6.19	12.53	1.69	7
Rizek - 12	110.5	8.11	13.65	1.62	8
Rizek - 16	73.0	5.07	14.44	1.49	6
Rizek - 36	84.5	5.47	15.58	1.48	6
Rizek - 43	117.5	7.45	16.44	1.57	8
Rizek - 44	122.0	10.29	18.52	1.36	6
Rizek - 61	70.5	4.29	14.66	1.61	7
Rizek - 83	109.0	7.28	15.10	1.45	7
Rizek - 84	65.5	4.56	16.12	1.52	6
Rizek - 100	119.0	6.85	17.35	1.44	6

* Según Soria (1966) citado por Enrique (1987)

4. CONCLUSIONES

Tomando en consideración los atributos de calidad y rendimiento, se seleccionaron 28 árboles élite. Se dispone de árboles con excelentes atributos de calidad tecnológica y organoléptica, que pueden ser utilizados en programas de mejoramiento genético.

Los árboles trinitarios e híbridos, además de sus atributos deseables de calidad, mostraron rendimientos excelentes.

La identificación de árboles criollos con almendras blancas constituye un valioso recurso fitogenético para acceder a nuevos nichos de mercado.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda la preservación de estos recursos fitogenéticos seleccionados y su eventual utilización en programas de fomento, renovación y rehabilitación de plantaciones comerciales.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. por sus aportes financieros al inicio de la investigación.

Al Bloque de Cacaocultores III, por su colaboración y en especial a los cacaocultores, quienes pusieron sus plantaciones disponibles para realizar esta investigación.

7. REFERENCIAS

Batista, L.J. 1984. Selección individual de árboles de cacao nativo para clones de alto rendimiento. *El Cacaotalero*. 12: 22-27.

Enrique, G. 1987. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 239 p.

**Madurez de las mazorcas y posición de
las semillas en la germinación y desarrollo
de las plántulas de cacao
(*Theobroma cacao*)**

Alejandro María Núñez¹, Elvi Reyes Hernández¹
y Marisol Ventura López¹.



¹Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correos electrónicos: amaria@idiaf.org.do, ereyes@idiaf.org.do,
mventura@idiaf.org.do / Teléfonos: 588-8699, 588-6400

1. INTRODUCCIÓN

Los viveros dedicados a la producción de plántulas de cacao en la República Dominicana se manejan de forma artesanal. La mayoría de ellos están manejados por personal que carece de las informaciones técnicas para llevar a cabo un manejo adecuado del material de siembra.

Los viveristas usualmente utilizan todas las mazorcas de las plantas seleccionadas. Además, colectan todas las semillas como material de siembra. Este procedimiento disminuye el porcentaje de germinación de las semillas. Por otro lado, se ha reportado una alta mortandad de las plántulas, que puede llegar hasta un 25% (Gómez 2001) y retardado crecimiento de las plántulas.

El objetivo de la investigación fue determinar el estado de madurez y la posición de la semilla en el fruto óptimos para la germinación y desarrollo de las plantas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó de mayo a septiembre de 2002 en el vivero de cacao de la Estación Experimental Mata Larga, San Francisco de Macorís (19° 18' 30" N y 70° 12' 27" O). La misma se encuentra ubicada a 110 msnm, con pluviometría anual de 1,450 mm y temperatura promedio de 26.2 °C.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Un factor fue el estado de madurez de la mazorca, con tres niveles: a) semi-madura; b) madura y c) sobre madura. El otro factor fue la posición de la semilla, con tres niveles: a) alto; b) medio y c) bajo. La unidad experimental fue de 25 plántulas y la unidad muestral 9 plántulas. La clasificación de las semillas, según la posición en la mazorca, se realizó dividiendo la longitud de la mazorca en tres, considerando la alta como la próxima al pedúnculo.

Las variables medidas fueron peso fresco de las semillas (g), germinación de las semillas (%), altura de las plántulas (cm), diámetro de las plántulas (mm), número de hojas y sobrevivencia de las plántulas (%).

Para medir el peso de las semillas se separaron y se pesaron según el estado de madurez y la posición en la mazorca. El porcentaje de germinación se determinó mediante el conteo de las semillas germinadas a los siete días de colocadas en el germinador. La altura se midió desde el nivel del suelo de la maceta hasta las últimas hojas de las plántulas. El diámetro se midió a la altura de la inserción cotiledonal. El número de hojas se determinó mediante el conteo de las hojas. La altura, el diámetro y número de hojas se midieron mensualmente desde el primer mes de plantadas hasta los cuatro meses. La sobrevivencia de las plántulas se determinó mediante el conteo de las plántulas vivas, al final del ensayo.

Se utilizaron mazorcas del clon UF-221. Las semillas se pesaron en fresco y se colocaron en una cámara húmeda para su germinación. Las semillas germinadas se sembraron en macetas bajo condiciones de vivero (50% de sombra). El sustrato utilizado fue una mezcla de suelo y estiércol de vaca 3:1 v/v. Se aplicó riego ínter diario manualmente. Las malezas se controlaron manualmente. Para el control de insectos se le aplicó deltametrina a una dosis de 1% de producto comercial.

A los datos se le realizó un análisis de varianza (ANAVA). Para la separación de medias se aplicó Tukey ($p \leq 0.05$). Se utilizó el programa estadístico MSTAT-C.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el peso fresco de las semillas el análisis de varianza no detectó interacción entre la madurez y posición de la semilla en la mazorca. Tampoco se detectó diferencia estadística significativa entre el peso de las semillas ubicadas en diferentes posiciones de la mazorca. El peso promedio fue 3.81 g. Sin embargo se detectó diferencia estadística significativa entre el peso de las semillas según la madurez de la mazorca.

Los mayores pesos se obtuvieron en mazorcas semimaduras y maduras, mientras que en las sobre maduras el peso disminuye (Tabla 1). Esta disminución puede ser ocasionada porque se inicia un proceso de fermentación y la semilla pierde mucílago.

Para el porcentaje de germinación el análisis estadístico no detectó interacción entre la madurez de la mazorca y la posición

de la semilla en la mazorca. No hubo diferencia significativa en el porcentaje de germinación según la posición de la semilla. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Keshavachandran y Nair (1984), quienes señalan que no existe un efecto significativo en la localización de la semilla en la mazorca y sobre la germinación en el tipo forastero.

Tabla 1. Peso fresco de semilla según la madurez de mazorca, San Francisco de Macorís, 2002

Madurez de la mazorca	Peso / g
Semimadura	4.58 a
Madura	4.21 a
Sobremadura	2.65 b

Sin embargo, se detectó diferencia dependiendo de la madurez de la mazorca. Las semillas obtenidas de mazorcas semimaduras y maduras tienen mayor porcentaje de germinación que las que provienen de las sobremaduras (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de germinación de las semillas según madurez de las mazorcas, San Francisco de Macorís, 2002

Madurez de la mazorca	Germinación %
Semimadura	97 a
Madura	93 a
Sobremadura	44 b

letras iguales no tienen diferencias estadísticas (Tukey ≤ 0.05)

En lo referente a la altura en la primera evaluación sólo se registró diferencia estadística significativa entre las mazorcas maduras y sobre maduras.

En esta observación las plántulas mostraron mayor altura en las semillas que provenían de la parte alta y media de las mazorcas, pero esta diferencia no fue significativa en las siguientes observaciones (Tabla 3). El diámetro de las plántulas no fue diferente estadísticamente en las dos primeras observaciones.

Tabla 3. Altura de las plántulas según madurez de las mazorcas, San Francisco de Macorís, 2003

Evaluación / días	Altura / cm					
	*Madurez			**Posición de la semilla		
	SM	M	SoM	A	M	B
30	12.73 b	15.13 a	12.97 ab	14.15 ab	14.42 a	12.27 b
60	17.21 b	21.42 a	20.27 a	19.63 a	20.22 a	19.04 a
90	24.17 b	31.35 a	29.50 a	28.34 a	29.88 a	26.80 a
120	37.72 a	44.49 a	43.23 a	41.83 a	43.64 a	39.94 a

Letras iguales no tienen diferencias estadísticas dentro de una fila (Tukey ≤ 0.05)

*SM=mazorca semi-madura, M= mazorca madura, SoM= sobremadura

**A = alto, M= medio y B = bajo

Sin embargo, a partir de la tercera evaluación, las plántulas provenientes de mazorcas maduras y sobre maduras mostraron los mayores diámetros. Por otro lado, la posición de las semillas en la mazorca no influyó en el diámetro de las plántulas en ninguna de las observaciones.

No se encontraron diferencias en el número de hojas de las plántulas en el estado de madurez ni en la posición de las semillas.

En la sobrevivencia de las plántulas no se detectó diferencia estadística en la madurez de la mazorca.

4. CONCLUSIONES

Las semillas provenientes de mazorcas maduras y semimaduras tienen mayor peso que las de mazorcas sobremaduras.

Las semillas con mayor grado de germinación fueron las provenientes de mazorcas semi maduras y maduras.

Las plántulas procedentes de semillas del medio y las mazorcas maduras presentaron los mayores valores con relación a la altura y diámetro del tallo.

5. RECOMENDACIONES

Utilizar semillas de mazorcas maduras de las posiciones alta y media.

6. REFERENCIAS

Gomez, J. 2001 Informe del Departamento de Cacao, producción de Plántulas, Regional Nordeste SEA SFM, DO.

Keshavachandru, L y Nair, J. 1984. Características morfofísicas y germinación de semillas de cacao y el crecimiento de sus plántulas. 12 Conferencia Internacional Investigación en cacao. Salvador, Bahía, Brasil 1996. Pág. 680-682.

Evaluación de sustratos en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao*)

José Luis Paredes¹, Martín Canals¹, Alberto González¹,
Marisol Ventura¹



¹ Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correos electrónicos: jparedes@idiaf.org.do / mcanals@idiaf.org.do
agonzalez@idiaf.org.do / mventura@idiaf.org.do
tels: 588-8699; 588-6400 ext. 32

1. INTRODUCCIÓN

Los programas tradicionales de multiplicación de cacao se basan en la reproducción sexual. Este método trae como consecuencia la segregación de los caracteres, pudiendo aparecer materiales no deseados. En la República Dominicana se han multiplicado los materiales élite a través de la reproducción asexual, en especial por injertía. Sin embargo, la propagación por estacas no se ha aplicado en los viveros dominicanos.

Aunque no se ha utilizado en el país, no es una práctica desconocida. En 1930 se iniciaron las primeras actividades de propagación por estacas en Trinidad. Según Braudeau (1970) y Nosti (1963) se han utilizado distintos materiales para enraizamiento de estacas, como vermiculita, aserrín de madera descompuesta, fibra de coco, entre otros. Deheuvels (2002) hace mención de la propagación por estacas de cacao, en macetas de polietileno con suelo como medio de enraizamiento, bajo condiciones de invernadero. Geilfus (1989) recomienda eliminar las hojas en las especies que son de fácil enraizamiento. En especies más problemáticas se cortan las hojas en la parte que se va a enterrar y se dejan por mitad en la parte aérea, dejando una hoja por nudo.

Las estacas se deben seleccionar de ramas jóvenes terminales. Erikson (1962) sostiene que es posible usar los dos últimos brotes de las ramas como material de propagación. Pilamunga (2000) indica que las estacas deben tomarse en horas de la mañana (6:00 a.m). Según Nosti (1963), Moreno (1978) citado por Enríquez (1985), y Hackett (1988) citado por Leal *et al.* (sf) las ramas más indicadas son las abiertas, las de abanicos y los chupones. Se sugiere el empleo de sustancias de crecimiento para favorecer la formación y el desarrollo de las raíces, en especial el ácido beta - indolbutírico. Se han hecho estudios con auxinas, mostrando resultados erráticos. Sin embargo Wargadipura *et al.* (1986) sostiene que en las estacas de cacao existe un efecto beneficioso de las auxinas sobre el enraizamiento pero en madero joven.

El objetivo de esta investigación fue evaluar sustratos para el enraizamiento de estacas de cacao.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Mata Larga, San Francisco de Macorís, República Dominicana. La misma se encuentra localizada a 19° 18' 30" N y 70° 12' 57" O, a una altitud de 110 msnm; con temperatura promedio anual de 26 °C y pluviometría anual de 1,450 mm. El trabajo de campo se llevó a cabo de marzo a noviembre de 2002.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con siete tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron: T1) pulpa de café (*Coffea arabica*) descompuesta; T2) aserrín de madera descompuesto (mezcla de aserrín de caoba, cabirma y pino); T3) troncos de amapola (*Erithrina poeppigiana*) descompuestos y desmenuzados; T4) cáscara de arroz (*Oryza sativa*) carbonizada; T5) suelo; T6) arena; y T7) suelo + aserrín. Las propiedades químicas y físicas del suelo utilizado se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas y físicas del suelo utilizado en los tratamientos 5 y 7

pH	CE	MO	N	P	K	Fe	Mn
totales							
Mmohos/cm		-----%-----			-----ppm-----		
5.66	0.02	1.89	0.05	0.006	0.008	3.34	54.0
Na	Cu	Zn	K	Ca	Mg	Na	P
Bases				Disp.			
-----ppm-----		----- meq/100g -----			ppm		
22.0	4.0	6.0	0.018	0.61	0.35	0.004	37.75
Arena		Limo		Arcilla			
-----%-----							
63		17		20			

La unidad experimental fue de 25 estacas de cacao. Las variables estudiadas fueron: porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de las raíces por plántula (cm), número de ramas, altura de las plántulas (cm), número de hojas y diámetro de las plántulas (cm). El porcentaje de estacas enraizadas se calculó a los 63 días. Las demás variables se determinaron a los 118 días.

Las estacas se obtuvieron de ramas terminales jóvenes, con 4 a 5 hojas, tomadas en horas de la mañana (6:00 a.m). A cada ramilla se les cortaron las hojas a la mitad y se dió un corte de bisel a la base. Se introdujeron en una solución de benomil al 1%. En el corte basal se aplicó ácido alfa-naftalenacético en polvo al 0.4%.

Las fundas se colocaron en una estructura de bambú en forma de caballete, de 50 cm de altura en el centro y 25 cm en ambos lados. Se cubrieron con plástico transparente para formar una cámara húmeda. Los caballetes se colocaron en el vivero con un sarán al 75% de sombra. Se aplicó riego a los 15 y 35 días. A los 63 días se retiró la cobertura plástica, dejando las plántulas bajo el sarán para aclimatarlas. A los datos se le realizó análisis de varianza y la comparación de medias se llevó a cabo con Tukey ($p= 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados del análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el suelo + aserrín (36.7%) con los demás tratamientos (Tabla 2). Este porcentaje está próximo a los valores obtenidos en el Ecuador de un 40%. Sin embargo, Braudeau (1970) sostiene que las pérdidas no deben ser mayores del 50%.

Tabla 2. Porcentaje de enraizamiento según tipo de sustrato, 2002

Tratamientos	Porcentaje %
Pulpa de café	0.0 d
Aserrín	17.6 bc
Amapola	6.4 cd
Cáscara de arroz carbonizada	8.0 cd
Suelo	26.4 bc
Arena	16.0 bc
Suelo + aserrín	36.7 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

El enraizamiento deficiente de las estacas en los sustratos cáscara de arroz carbonizada, trozos de amapola descompuesta y pulpa de café, pudo ser ocasionado por la alta aireación de los sustratos y poca retención de humedad que presentaron.

Según Braudeau (1970), si las estacas se colocan en medios demasiado aireados y de insuficiente retención de humedad, se forma una costra cicatricial que puede recubrir toda la extremidad de las estacas y se retarda o impide por completo el enraizado. Por el contrario, si la aireación es insuficiente y hay exceso de humedad, se forman pequeños callos que retrasan o impiden la formación de raíces.

Durante los primeros 10 días después de colocar las estacas se observó amarillamiento de las hojas. Esto pudo deberse a las altas temperaturas ocurridas en ese período (28 °C y 35 °C), las cuales no deben pasar de 30 °C (Braudeau 1970).

La mayor emisión de brotes se obtuvo entre los 30 a 63 días. La mayor cantidad de hojas y ramas y longitud de raíces se obtuvieron en los sustratos suelo y aserrín + suelo. El mayor número de raíces (6.8) se logró en suelo + aserrín. La mayor altura y diámetro se lograron en suelo, suelo + aserrín y aserrín (Tabla 3). El sustrato aserrín fue recomendado por Braudeau (1970) para el enraizamiento de estacas de cacao con la adición de hormonas. Sin embargo, en este ensayo resultó el aserrín efectivo en la altura y diámetro de las plantas, pero no en el porcentaje de enraizamiento.

Tabla 3. Número de hojas, ramas, raíces; longitud de raíces; altura y diámetro de las estacas enraizadas, según tipo de sustrato, 2002

Tratamiento	Número hojas	Número ramas	Número raíces	Longitud raíz cm	Altura cm	Diámetro cm
Pulpa de café	0.00 d	0.00 b	0.00 d	0.00 c	9.10 b	0.34 b
Aserrín	2.20 bc	0.20 b	2.80 bc	3.78 b	11.46 ab	0.50 ab
Amapola	0.00 d	0.00 b	0.00 d	0.00 c	9.10 b	0.35 b
Cáscara arroz carbonizada	0.40 cd	0.40 b	1.80 cd	1.16 bc	9.18 b	0.39 b
Suelo	4.00 ab	2.60 a	4.00 b	10.78 a	12.20 ab	0.48 ab
Arena	0.60 cd	0.60 b	2.20 bc	4.72 b	10.00 b	0.44 ab
Suelo + Aserrín	5.40 a	2.20 a	6.80 a	11.28 a	14.86 a	0.60 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

Para el análisis económico de los tratamientos con los mejores porcentajes de plantas enraizadas, se asumió un precio de venta de RD\$5.00. El sustrato que ofrece el mayor beneficio neto es el de suelo + aserrín (Tabla 4).

Tabla 4. Producción y costos de plántulas según tipo de sustrato, 2002

Sustratos	Plantas enraizadas %	Costo 100 plántulas RD\$	Precios venta RD\$	Total RD\$	Beneficio neto RD\$
Suelo + aserrín	36.7	58.00	5.00	182.00	124.00
Suelo	26.4	51.00	5.00	132.00	81.00
Aserrín	17.6	29.00	5.00	88.00	59.00

4. CONCLUSIONES

Los sustratos en los cuales se logró mayor enraizamiento y prendimiento de las estacas, fueron el suelo + aserrín y suelo. Donde hubo mayor desarrollo de las plántulas fue en los sustratos suelo + aserrín, suelo y aserrín.

Es más rentable producir plántulas por estacas utilizando como sustrato suelo + aserrín.

5. REFERENCIAS

- Braudeau, J. 1970. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, ES. Editorial Blume. P 131.
- Deheuvels, O 2002. Curso University of Cocoa & Chocolate. Hotel Gran Bahía Samaná, RD. 2002.
- Enríquez, GA. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Turrialba, CR, IICA.101p. (Serie materiales de enseñanzas no. 22).
- Erickson, A. 1962. Propagación del cacao por medio de estacas. En: F. Hardy. Manual del Cacao. 99.147-175.
- Geilfus, F. 1985. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Santo Domingo, ENDA CARIBE -CATIE. 315p.

- Leal, F. Hernández, S. Valderrama, E. y Trocel, L. sf. Enraizamiento de estacas de cacao. Memoria del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Centro Nacional de Conservación de los Recursos Filogenéticos. Maracay, Aragua, 358p.
- Nosti, N J. 1963. Cacao, café y té. Barcelona, ES. Salvat Editores, S. A. 123p.
- Pilamunga, CM. 2000. Multiplicación vegetativa del cacao. El Empalme, ECEET- Pichelingue del INIAP. 3p.
- Wargadipura, R; Solahuddin, S; Baharjah, JS; Harran, S. 1986. The effect of rooting medium, parcial leaf area removed and plant growth regulators on the growth of cuttings of cocoa (*Theobroma cacao* L.) Forum Pascasarjana 1:1-12.

**Frecuencia de riego y niveles de fertilización
en el desarrollo de plántulas de cacao
(*Theobroma cacao*) en vivero**

Elvi Reyes Hernández¹ y Alejandro María Núñez¹



¹Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correos electrónicos: ereyes@idiaf.org.do; amaria@idiaf.org.do
Tel: 588-8699; 588-6400 ext. 32

1. INTRODUCCIÓN

Las plántulas de cacao normalmente permanecen de cinco a seis meses en el vivero. En muchos casos no alcanzan el vigor necesario para su siembra (40 cm de altura) ocasionado por manejo inadecuado del riego, de la fertilización y de sustratos, entre otros (Gómez 1999)¹.

La siembra de plántulas no vigorosas trae como consecuencias crecimiento lento en campo, período prolongado para producir y susceptibilidad al ataque de enfermedades. Por tales razones, los productores de cacao eligen las plántulas que poseen mayor desarrollo al momento de adquirir material de siembra (Reyes y González 2003).

En la República Dominicana existe una demanda insatisfecha de plántulas vigorosas para los programas de renovación y rehabilitación. Es necesario definir prácticas de manejo que favorezcan la producción de plántulas adecuadas para el establecimiento de plantaciones de cacao.

Domínguez (1984) determinó que el nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K) juegan un papel importante para el crecimiento de las plántulas de cacao durante el primer mes después de aplicarse. Mallona y Enríquez (1987) trabajando sobre tamaño de fundas de polietileno y fertilización, determinaron que en los tratamientos fertilizados las plántulas presentan mayor incremento de diámetro y altura que en los no fertilizados.

El objetivo de este trabajo fue determinar la frecuencia de aplicación de agua y el nivel de fertilizantes más adecuados en la producción de plántulas de cacao bajo condiciones de vivero.

¹Gómez, Y. 1999. Producción de plántulas de cacao. Regional Nordeste SEA (comunicación personal).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el vivero de la Estación Experimental Mata Larga, San Francisco de Macorís (19^o 18' N y 70^o 12' O). Esta estación se encuentra ubicada a 110 msnm, con pluviometría anual de 1,450 mm y temperatura promedio de 26.2 °C.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela principal fue la frecuencia de riego (diaria, interdiaria, cada tres y cada cuatro días) y la subparcela los niveles de fertilizantes (0, 2, 4, 6, 8 y 10 g/planta de la fórmula 12-24-12). Se utilizó esta fórmula por la influencia del fósforo en el sistema radicular de las plántulas y el uso de ésta en los viveros comerciales.

La unidad experimental estuvo compuesta por 25 plántulas, de las cuales se tomaron las nueve del centro para su evaluación. Las variables evaluadas mensualmente fueron altura de las plántulas (cm), diámetro del tallo a la altura del cuello (mm), cantidad de hojas, biomasa (g peso seco/plántula) y concentración de nutrientes en las plántulas (NPK en %).

Las plántulas fueron producidas en un sustrato compuesto por 75 % de suelo y 25 % de arena, en fundas de polietileno tamaño 18 x 20 cm. Los datos de nutrición del sustrato se presentan en la tabla 1. La fertilización se realizó 30 días después de la siembra. El control de malezas se realizó de manera manual.

Tabla 1. propiedades químicas del sustrato

pH	5.66	Na ppm	22.0
CE mohos/cm	0.02	Cu ppm	4.0
MO %	1.89	Zn ppm	6.0
N %	0.05	K meq/100 g	0.018
P %	0.006	Ca meq/100 g	0.61
K %	0.008	Mg meq/100 g	0.35
Fe ppm	3.34	Na meq/100 g	0.004
Mn ppm	54.0	P ppm	37.75

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de las plántulas

En la primera evaluación, el análisis de varianza no detectó la interacción ni los factores significativos. A partir de la segunda evaluación se detectaron diferencias entre las frecuencias de riego (Tabla 2). Las frecuencias que produjeron mayor altura de las plántulas fueron diaria e interdiaria. Esto concuerda con lo expresado por Enríquez (1985) quien sostiene que las plántulas de cacao son extremadamente sensibles a la falta de agua. Los estomas de las hojas se cierran con pequeños cambios (3.3 %) en el contenido de agua. Balashimha (1987) reportó que entre los cultivos de plantación, el cacao es considerado como uno de los más sensibles al estrés por la falta de agua.

Tabla 2. altura promedio (cm) de plántulas de cacao por frecuencia de riego

Frec. de riego	Evaluaciones			
	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
Diario	15.89 a	27.56 a	43.06 a	56.31a
Interdiario	16.76 a	27.45 a	41.06 ab	53.33 ab
Cada 3 días	16.60 a	24.81 b	37.75 bc	49.13 bc
Cada 4 días	16.26 a	24.80 b	36.82 c	46.94 c

Medias con letras en las columnas iguales no difieren estadísticamente

En la figura 1 se presenta la curva de la altura en función de los fertilizantes aplicados para la tercera evaluación. El coeficiente de determinación explica que la altura responde en un 86 % a la aplicación de fertilizantes. A partir de la aplicación de 6 g de fertilizante, la altura de las plántulas comienza a descender. Con riego interdiario y la adición de 2 g de fertilizante se obtienen plántulas con la altura óptima (40 cm) para la siembra de las plántulas en el campo a los tres meses. Esto reduce el tiempo y el costo de producción de las mismas.

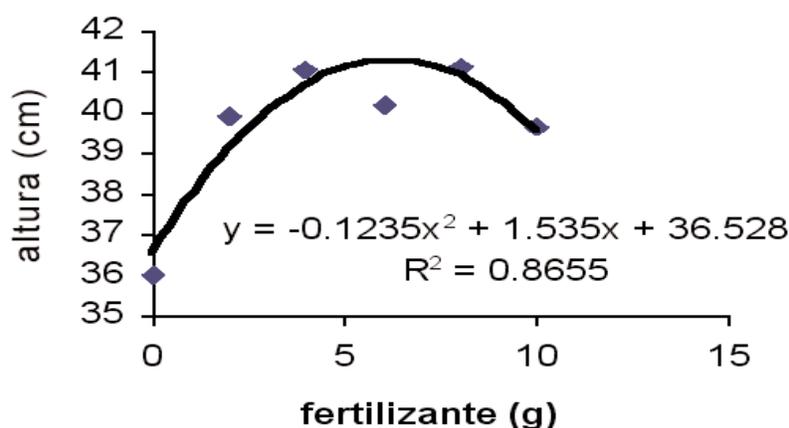


Figura 1. Altura de plántulas de cacao en el tercer mes

Diámetro de las plántulas de cacao.

En la tabla 3 se observa que al segundo mes, las frecuencias de riego diario e interdiario presentaron los mayores diámetros (4.47 y 4.24 mm, respectivamente). En el tercer y cuarto mes se observó que el diámetro fue mayor cuando se aplicó riego diario (5.71 y 6.89 mm, respectivamente). Con diámetro de 5.5 mm las plántulas de cacao están aptas para la siembra.

Tabla 3. Diámetro promedio de plántulas de cacao (en mm) por frecuencia de riego

Frecuencia de riego	Evaluaciones			
	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
Diario	3.36 a	4.47 a	5.71 a	6.89 a
Interdiario	3.35 a	4.24 ab	5.52 b	6.68 b
C/ 3 días	3.39 a	4.09 bc	5.23 c	6.37 c
C/ 4 días	3.35 a	3.97 c	5.03 d	6.13 d

Medias con letras iguales en las columnas no difieren

El diámetro del tallo, en las primeras evaluaciones, no presentó diferencias significativas para los niveles de fertilizantes. Al tercer mes, a medida que se aumenta la dosis de fertilizantes a partir de 4g, disminuye el diámetro de las plántulas de cacao.

Número de hojas

Al segundo y tercer mes el mayor número de hojas se obtuvo con riego diario e interdiario (Tabla 4). Al cuarto mes, el mayor número de hojas se obtuvo con riegos diario, interdiario y cada tres días.

Tabla 4. Número promedio de hojas en plántulas de cacao por frecuencia de riego

Frecuencia de riego	Evaluaciones / Meses			
	1er.	2do. mes	3er.	4to. mes
Diario		13 a	18 a	23 a
Interdiario		12 ab	17 ab	22 ab
C/ 3 días		10 b	16 bc	21 ab
C/ 4 días		10 b	15 c	20 b

Medias con letras iguales en las columnas no difieren estadísticamente

En las dos primeras observaciones no hubo diferencia estadística significativa en el número de hojas en los niveles de fertilizante aplicados. En la tercera observación, se muestra la curva de regresión, con un coeficiente de determinación de 78%. La línea ajustada explica que a partir de la aplicación de 4 g de fertilizante se inicia la disminución del número de hojas (Figura 3).

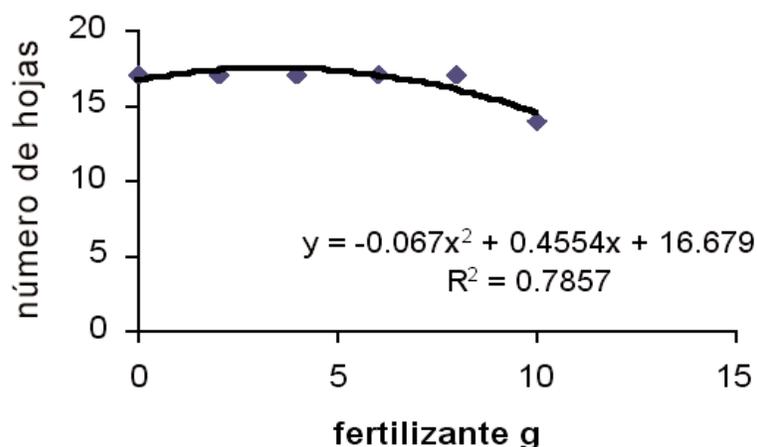


Figura 2. Número de hojas en plántulas de cacao según dosis de fertilizante al tercer mes

Biomasa (peso seco por plántulas)

En la tabla 5 se muestra el análisis de varianza para la biomasa. Se observa que la interacción no fue significativa, sin embargo lo fue para los factores de manera independiente.

Tabla 5. Análisis de varianza para la biomasa (peso seco por plántulas) al cuarto mes

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Valor de F	Prob.
Repetición	3	131,037	43,679	5,884	0.0166
Riego A	3	424,838	141,613	190,765	0.0003
Error	9	66,811	7,423		
Nivel B	5	249,271	49,854	29,440	0.0192
AB	15	251,742	16,783	0.9911	
Error	60	1,016,054	16,934		
Total	95	2,139,753			

Se observó que a mayor frecuencia de riego disminuye el peso seco de las plántulas de cacao. Estos resultados concuerdan con lo expresado por Mallona y Enríquez (1987), quienes sostienen que al prolongarse la sequía, disminuye la actividad de reductasa y el contenido clorofílico. Esto se refleja en una disminución significativa de materia seca total, producida en la copa, crecimiento lento y una reducida tasa de asimilación de nutrientes. En cuanto a los niveles de fertilizantes, el mayor peso seco se obtuvo cuando se aplicaron 6g fertilizante (Figura 3).

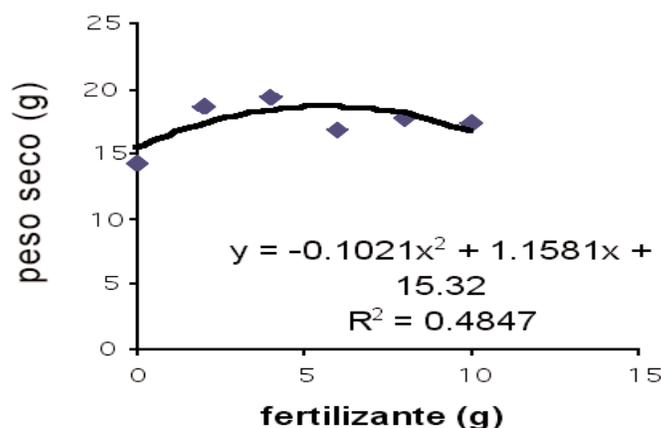


Figura 3. peso seco (g) según frecuencia de riego y niveles de fertilizantes al cuarto mes

Concentración de nutrientes

En la tabla 6 se muestra el análisis de varianza para el contenido de nitrógeno en las plántulas de cacao al cuarto mes. Se observa que la interacción no fue significativa, sin embargo, sí fue significativa para los factores estudiados, de manera independiente.

Tabla 6. análisis de varianza para el nitrógeno en plántulas de cacao al cuarto mes

Fuente de variación	Gl	SC	MC	Valor de F	Prob.
Repetición	3	0.023	0.008	0.1224	
Riego A	3	2,616	0.872	141,295	0.0009
Error	9	0.555	0.062		
Nivel B	5	9,767	1,953	386,868	0.0000
AB	15	0.615	0.041	0.8116	
Error	60	3,030	0.050		
Total	95	16,605			

En la figura 5 se muestra que a medida que aumenta la frecuencia de riego aumenta la concentración de nitrógeno, con coeficiente de determinación de 97%. La línea ajustada muestra que las frecuencias cada tres días y cada cuatro días poseen rangos similares.

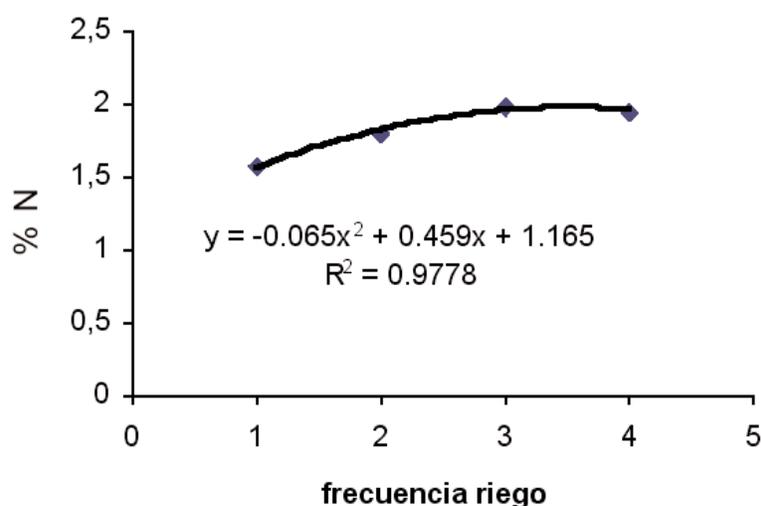


Figura 4. Concentración de N (%) según frecuencia de riego en el cuarto mes

En la tabla 7 se muestra el análisis de varianza para el contenido de fósforo en las plántulas de cacao al cuarto mes. Se observa que la interacción no es significativa, ni tampoco los factores de manera independiente.

Tabla 7.. análisis de varianza para el fósforo en plántulas de cacao al cuarto mes

Fuente de variación	GI	SC	MC	Valor de F	Prob.
Repetición	3	0.017	0.006	592,843	0.0000
Riego A	3	0.000	0.000	11,088	0.3952
Error	9	0.001	0.000		
Nivel B	5	0.003	0.001	23,398	0.0524
AB	15	0.002	0.000	0.5473	
Error	60	0.015	0.000		
Total	95	0.037			

La tabla 8 muestra el análisis de varianza para el contenido de potasio en las plántulas de cacao al cuarto mes. Se observa que la interacción ni el nivel de fertilizante B fueron significativos. Sin embargo, sí fue significativa para el efecto del riego.

Tabla 8. Análisis de varianza para el potasio en plántulas de cacao en el cuarto mes

Fuente de variación	GI	SC	MC	Valor de F	Prob.
Repetición	3	0.005	0.002	44,857	0.0346
Factor A	3	0.007	0.002	61,286	0.0148
Error	9	0.004	0.000		
Factor B	5	0.001	0.000	0.9923	
AB	15	0.005	0.000	13,760	0.1890
Error	60	0.015	0.000		
Total	95	0.037			

En la figura 6 se muestra que a medida que se aumenta el intervalo de riego, se disminuye la concentración de potasio en las plántulas de cacao al cuarto mes de observación. La relación es lineal, con un coeficiente de determinación de 100%.

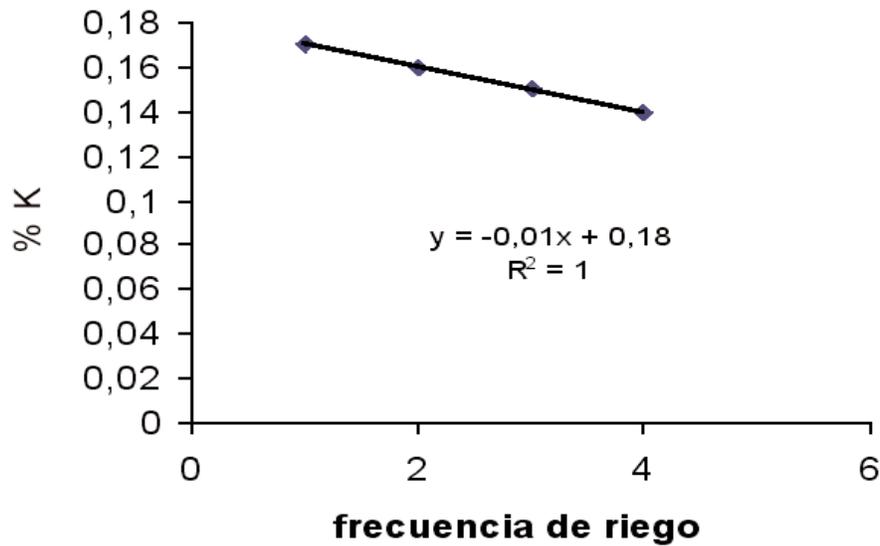


Figura 5. Concentración de potasio (96) según frecuencia de riego al cuarto mes

A diferentes niveles de fertilizante, no se detectó diferencia significativa en la concentración de fósforo ni de potasio. Sin embargo, el porcentaje de nitrógeno aumenta, a medida que aumenta el nivel de fertilizante, con coeficiente de determinación de 99%. Según la línea, a partir de la aplicación de 8 gramos de fertilizantes se estabiliza la concentración de nitrógeno en plántulas de cacao (Figura 7).

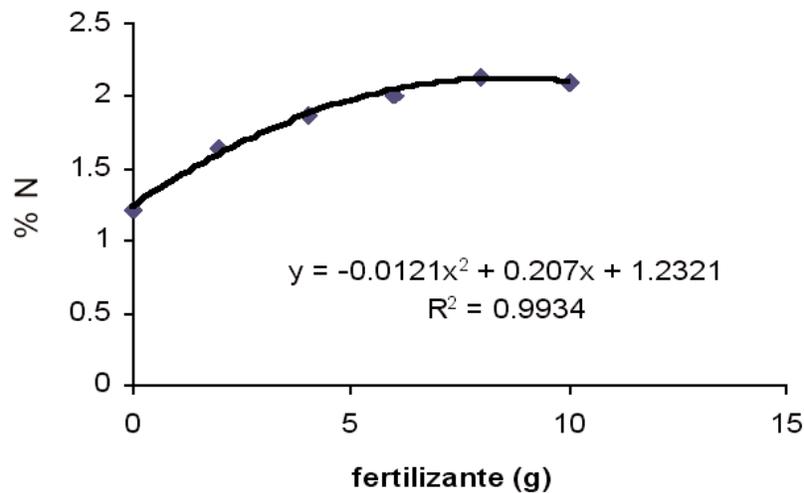


Figura 6. concentración de nitrógeno en plántulas de cacao según dosis de fertilizante al cuarto mes

Costo de producción

La tabla 9 muestra los costos de producción con la aplicación de 2 y 4 g de fertilizante. Los costos menores se obtienen con riego interdiario y cada cuatro días. Sin embargo, con la aplicación de riego interdiario se reduce un mes el período de producción de plántulas de cacao.

Estos costos coinciden con lo determinado por Reyes y González (2003), quienes sostienen que el costo de producción para 1,000 plántulas de cacao supera los RD\$1,300.00.

Tabla 9. Costo de producción (RD\$) para 1,000 plántulas de cacao

Niveles de fertilización (g)	Frecuencia de riego			
	Diario*	Interdiario*	c/ 3 días**	c/ 4 días**
2	1,376.55	1,308.47	1,335.84	1,307.78
4	1,377.93	1,309.85	1,337.22	1,309.16

* Plántulas listas para siembra a los tres meses

** Plántulas listas para siembra a los cuatro meses

4. CONCLUSIONES

El agua es un factor determinante en la producción de plántulas de cacao. Con riego interdiario y 2 gramos del fertilizante 12-24-12, se obtienen plántulas con tamaño óptimo en un período de 3 meses.

El costo de producción para 1,000 plántulas de cacao con riego interdiario y 2 g de fertilizante 12-24-12 es de RD\$1,308.47.

5. REFERENCIAS

Balashimha, D. 1987. Relaciones de agua, crecimiento y otros indicadores de tensión de agua de las plantas de cacao en condiciones de sequía. Instituto Central de Investigación y Plantación de Cultivos, VITAL 574 243, Karnataka, In.In (10) Conferencia Internacional de Cacao, Santo Domingo, República Dominicana. Pág. 106, 199p.

Domínguez, MA. 1984. Asimilación diferencial de nutrientes por plántulas de cacao, Mata Larga, San Francisco de Macorís, Do. In (9) Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, Lomé Togo, Pág. 83 - 88, 717p.

Enríquez, GA. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR. Pág. 47, 139p.

Mallona, CA; Enríquez, GA. 1987. Desarrollo de plántulas de cacao, en diferentes tamaños de bolsas, niveles de fertilización y tiempo de trasplante. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba CR. In (10) Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. Pág. 106, 99 p.

Reyes, ER; González, A. 2003. Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L) en vivero. Tesis de Maestría. Instituto Superior de Agricultura (ISA). La Herradura, Santiago, Do. 129 p.

Evaluación de materiales orgánicos para el control de ratas

José Luis González¹, Martín Canals¹, Socorro García¹



¹ Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correos electrónicos: jgonzalez@idiaf.org.do, mcanals@idiaf.org.do,
sgarcia@idiaf.org.do / Tels: 588-8699; 588-6400 ext. 32

1. INTRODUCCIÓN

La República Dominicana es el octavo productor de cacao del mundo y ocupa el primer lugar en la exportación de cacao orgánico. Exporta 11,000 toneladas anuales de cacao orgánico. Sin embargo, el cultivo se ve afectado por la incidencia continua de ratas, convirtiéndose en la plaga que causa mayores pérdidas económicas al cacaocultor. En la cosecha del 2002, la pérdida ocasionada por ratas fue de 13,636 toneladas, equivalente al 20% de la producción. Polanco (1994) estimó que las pérdidas por contaminación son más del doble que la ocasionada por daños directos.

En el cacao convencional el control de estos roedores se realiza mediante el uso de productos químicos. Sin embargo, no pueden ser utilizados en la producción de cacao orgánico. Estudios realizados por Bunch (s.f.) y Hockman (1966) citados por ECHO's (s.f.) han demostrado la efectividad del piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para el control de ratas. En el país, además del piñón cubano, los cacaocultores utilizan de manera empírica diferentes materiales orgánicos, como la copra de coco con sal y la semilla de aguacate.

El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad de tres materiales orgánicos para el control de ratas al nivel de laboratorio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Mata Larga, San Francisco de Macorís, República Dominicana (19° 18' 30" N, 70° 12' 57" O). Está situada a 110 msnm, con temperatura media anual de 26 °C y pluviometría promedio anual de 1,450m.

Se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental fue de ocho ratones.

Los tratamientos fueron:

1. Testigo absoluto (alimento para ratones)
2. Cebo de semilla de aguacate (semilla de aguacate + alimento para ratones, en proporción 1:2)
3. Cebo de piñón cubano (solución de raíces de piñón cubano + alimento para ratones, en proporción 1:2)
4. Coco rayado con sal, sin hervir
5. Coco rayado con sal hervido
6. Testigo químico (coumatetralil al 1% + alimento para ratones, en proporción 1:9)

Los tratamientos se prepararon de la manera siguiente:

a) Semilla de aguacate (*Persea americana* L.).

Las semillas de aguacate frescas se rallaron y mezclaron con alimento para ratones en la proporción 1:2.

b) Raíz de piñón cubano (*Gliricidia sepium*).

Se pesó 1 kg de raíces lavadas. Se cortaron en trozos de 1.0 - 2.5 cm de largo y se agregó un litro de agua destilada. A las 96 horas se mezclaron 20 ml de la solución concentrada con 40 g de alimento para ratones.

c) Coco (*C nucifera*) rallado con sal.

Se pesaron y rallaron 100 g de copra de coco seco. Se mezclaron con 50 g de sal molida.

d) Coco (*Cocos nucifera*) rallado y hervido con sal.

Se pesaron y rallaron 100 g de copra de coco seco. Se mezcló

con 50 g de sal y se hirvió en un litro de agua durante 30 minutos.

Los ratones se adquirieron en el Laboratorio Veterinario Central, Santo Domingo, República Dominicana. Se administraron los tratamientos y agua esterilizada a discreción.

Las evaluaciones se realizaron dos veces por día, durante cinco días. Se determinó el número de ratones con síntomas visibles de intoxicación y muertos.

Se utilizó el paquete estadístico SAS para el análisis de los datos. Se aplicó análisis de varianza y la separación de medias con la prueba Waller-Duncan (K=100).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las evaluaciones, los ratones presentaron síntomas de intoxicación con todos los tratamientos, excepto con el testigo absoluto. En la primera, segunda y tercera evaluación el aguacate mostró mayor número de ratones intoxicados (4.0, 3.7 y 5.0 ratones, respectivamente). De la cuarta a la séptima evaluación, los síntomas de intoxicación presentaron mayores valores en los tratamientos semilla de aguacate, coco con sal, coco hervido con sal y coumatetralil. A partir de la octava evaluación, el mayor número de ratones con síntomas se mostró con ambos tratamientos de coco y el químico (Tabla 1).

Tabla 1. Ratones con síntomas de intoxicación, 2003

Tratamientos	Evaluaciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Testigo	0.0 d	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 d	0.0 d	0.0 d
Semilla de aguacate	4.0 a	3.7 a	5.0 a	5.3 ab	5.7 ab	5.0 ab	5.3 b	5.3 b	5.7 b	7.0 b
Piñón cubano	1.7 b	0.3 c	3.0 b	2.0 bc	3.0 b	3.3 b	3.3 c	3.3 c	3.3 c	3.7 c
Coco con sal	1.0 bcd	2.7 ab	2.3 b	6.3 a	6.7 a	6.0 ab	6.7 ab	7.0 a	8.0 a	8.0 a
Coco con sal hervido	0.3 cd	1.0 c	2.7 b	4.7 ab	7.0 a	7.7 a	8.0 a	8.0 a	8.0 a	8.0 a
Coumatetralil	1.3 bc	1.3 bc	3.0 b	5.0 ab	7.3 a	6.7 ab	8.0 a	8.0 a	8.0 a	8.0 a

Medias seguidas por las mismas letras dentro de una columna no difieren estadísticamente entre sí (Waller-Duncan K=100).

El comportamiento con el número de ratones muertos fue similar al de los síntomas de intoxicación. El cebo de semilla de aguacate fue el primer tratamiento que presentó ratones muertos en la segunda evaluación. Asimismo, fue el que mayor número de ratones muertos presentó hasta la quinta evaluación.

Sin embargo, a partir de la sexta, los tratamientos de semilla de aguacate, coco hervido con sal y coumatetralil fueron estadísticamente iguales. Estos resultados se mantuvieron hasta la octava evaluación. En la novena y décima evaluación, el mayor número de ratones muertos se observó con los cebos de coco.

En la última evaluación, el coco con sal hervido presentó ocho ratones (100%) muertos, siendo estadísticamente igual al coco con sal y al coumatetralil (7.0 y 6.7). En el testigo no se observaron ratones muertos en ninguna de las observaciones (Tabla 2). El cebo de piñón cubano mostró resultados similares a los del testigo absoluto. El mayor número de ratones con síntomas de intoxicación fue en la última observación (3.7 ratones) y un ratón muerto. Estos resultados contradicen los estudios realizados por otros investigadores, los cuales demostraron la efectividad del piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para el control de ratas.

4. CONCLUSIONES

El cebo a base de semilla de aguacate y alimento fue el que primero mostró síntomas de toxicidad y mortandad en los ratones. A partir del segundo día, el cebo de aguacate, el coco con sal, el coco con sal hervido y el coumatetralil muestran el mayor número de ratones con síntomas de toxicidad. Estos mismos tratamientos muestran al día siguiente, el mayor número de ratones muertos.

Al quinto día, los tratamientos a base de coco mostraron iguales resultados que el control químico, en cuanto a número de ratones con síntomas de intoxicación y muertos.

El cebo a base de raíces de piñón cubano y alimento para ratones no muestra resultados aceptables para el control de ratas.

5. REFERENCIAS

- ECHO's Knowledge Bank (sin fecha). *Gliricidia sepium* (Mother of cacao, mata ratón, rat killer) used in rat control. Originally appeared in: Amaranth to Zai Holes, Chapter 8. Consultado el 20 de mayo 2003. Disponible en http://www-net.org/tropicalag/knowledgebank/AZ_files/az_8_34.htm
- Polanco, C. 1994. El cultivo de cacao y las ratas. Revista El Cacotalero. 8 (16).

**Alternativas de manejo de la maleza mano poderosa
(*Symgonium podophyllum*)
en el cultivo del cacao**

Martín Canals¹ y José Luis Paredes¹



1 Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correos electrónicos: mcanals@idiaf.org.do jparedes@idiaf.org.do
Tels: 588-8699; 588-6400 Ext. 32

1. INTRODUCCIÓN

Las malezas constituyen uno de los competidores bióticos que más afectan la producción de cacao (Girón s/f). Según Enríquez (1985), el exceso de maleza en las plantaciones de cacao afecta la productividad, principalmente aquellas que trepan en los árboles, reduciendo así la producción de flores en las partes más bajas de la planta.

Dentro de las malezas que afectan el cultivo del cacao está la mano poderosa (*Symgonium podophyllum* Schott). Es una trepadora epífita, perteneciente a la familia Araceae (Liogier 2000). Se disemina rápidamente por su gran capacidad de multiplicación sexual y asexual, lo cual hace difícil su control.

Tras el paso del huracán Georges en 1998, la incidencia de esta maleza aumentó en los espacios sin cobertura dejados por este fenómeno, tras la caída de árboles de cacao. Las medidas de control implementadas no han sido eficientes, por lo que su incidencia permanece, en detrimento de la producción y el aumento de los costos.

El objetivo de esta investigación fue determinar el manejo más eficiente para el control de la maleza mano poderosa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo fue realizado en una finca de un productor en la sección Monte Negro, municipio Las Guáranas, provincia Duarte, República Dominicana (19° 15' 27" N, 70° 11' 32" O). Está ubicada a 105 msnm, con una pluviometría media anual de 1,450 mm y temperatura media anual de 26 °C.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos aplicados se muestran en la tabla 1. La unidad experimental fue de 25 m².

Se seleccionó un área invadida un 100% de la maleza. Se realizó una poda ligera del cacao (se eliminaron ramas rozando el suelo y un deschuponado). Se aplicaron los tratamientos en dos momentos: uno en la instalación del ensayo y otro 60 días después.

Tabla 1. Tratamiento para el manejo de mano poderosa

Tratamiento	Descripción	
	Primera aplicación	Segunda aplicación (2 meses después de la primera)
1	Testigo absoluto (sin control)	Testigo absoluto (sin control)
2	Control manual	Control manual
3	Glifosato (5.44 kg / ha.) + metsulfuron metil (96 g / ha)	Glifosato (2.72 kg/ha.) + metsulfuron metil (48 g/ha)
4	Picloran (1024 g / ha) + metsulfuron metil (64 g /ha)	Picloran(512 g / ha) + metsulfuron metil (32 g /ha) *
5	2,4-D (14.4 kg/ha)	2,4-D (7.2 kg/ha)
6	Paraquat (19.2 kg/ha) + 2,4 D (14.4 kg/ha)	Paraquat (9.6 kg/ha) + 2,4 D (7.2 kg/ha)

La segunda aplicación de picloran + metsulfuron metil no se realizó por la fitotoxicidad que monstró en la primera aplicación

Las variables estudiadas fueron fitotoxicidad, cobertura de la maleza (%) y materia seca de la maleza (kg/m²).

La recolección de los datos se realizó antes de la aplicación de los tratamientos y a los 20, 40, 60, 95, 150 y 300 días después de la instalación del ensayo. La fitotoxicidad se evaluó por los síntomas visibles en los árboles de cacao dentro de la unidad experimental. Se colocó una cuadrícula de un metro cuadrado dividida en 16 cuadros para determinar el porcentaje de cobertura. Para determinar materia seca se tomó una muestra de un metro cuadrado por parcela.

Se realizó un análisis de varianza a los datos mediante el paquete estadístico SAS. Para las separaciones de medias se utilizó la prueba de Waller-Duncan (K= 100).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de picloran + metsulfuron metil a la dosis utilizada mostró síntomas de fitotoxicidad para el cultivo de cacao. Los síntomas fueron necrosis de las hojas terminales. A partir de la quinta evaluación (95 días de la aplicación), las plantas no mostraron síntomas de toxicidad. Los demás tratamientos no presentaron síntomas visibles de toxicidad a las dosis utilizadas en ninguna de las evaluaciones.

En la segunda evaluación, los tratamientos paraquat + 2,4-D y el control manual redujeron más del 95 % la cobertura. El 2,4-D sólo y la mezcla de glifosato + metsulfuron metil redujeron la cobertura en un 50 %. El tratamiento picloran + metsulfuron metil sólo redujo la cobertura en un 30 %.

En la tercera evaluación, a excepción del control manual, los tratamientos presentaron valores menores de cobertura que en la segunda. En la cuarta, el control manual y el paraquat + 2,4 D amina aumentaron la cobertura, indicando que el efecto del tratamiento ya no estaba incidiendo en la maleza. en esa misma evaluación los tratamientos glifosato + metsulfuron metil, picloran + metsulfuron metil y 2,4 D amina presentaron valores de cobertura menores que en las evaluaciones anteriores.

Una vez realizada la segunda aplicación, el tratamiento glifosato + metsulfuron metil presentó cobertura de 0% y los demás presentaron cobertura por debajo del 4%. La reducción de la cobertura mostrada por el testigo se debió a un corte no programado de la maleza.

En la sexta evaluación el glifosato + metsulfuron metil presentó 0% de cobertura. El tratamiento picloran + metsulfuron metil mostró una cobertura de 6.85%. Este comportamiento es interesante porque su aplicación se realizó 150 días antes. Los demás tratamientos presentan un incremento en el porcentaje de cobertura en relación a las evaluaciones anteriores (Figura 1).

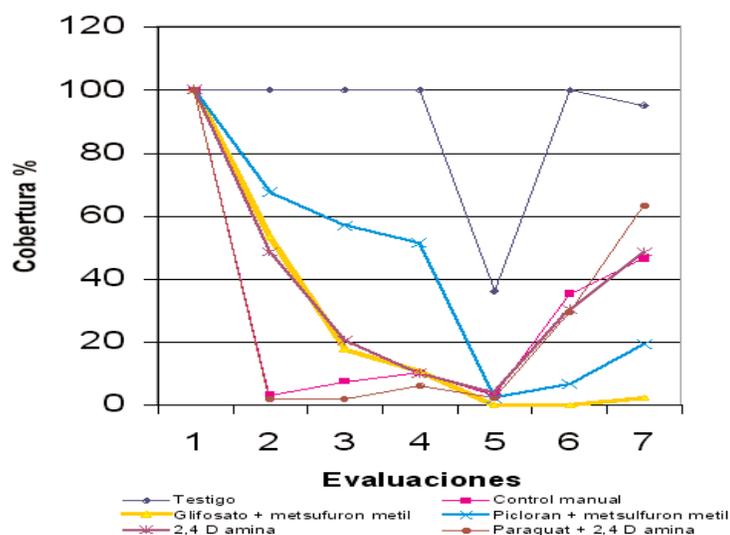


Figura 1. cobertura de mano poderosa según tratamientos

Los valores de materia seca presentan la misma tendencia que la cobertura. El tratamiento glifosato + metsulfuron metil presenta un control efectivo de la maleza después de la segunda aplicación (cuarta evaluación) hasta llegar a controlar el 100%. El picloran + metsulfuron metil no llegó a estos niveles, probablemente por razones de toxicidad, además no se realizó la segunda aplicación. Los demás tratamientos tienen un efecto de reducción de la maleza, pero al pasar el efecto la maleza nuevamente invade nuevamente el área (Figura 2).

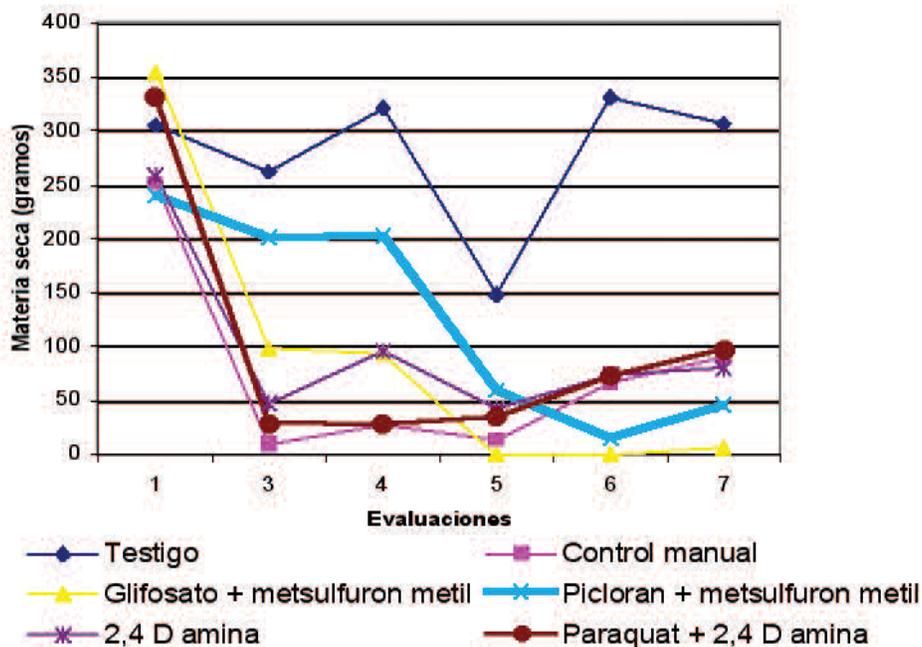


Figura 2. materia seca de la maleza en gramos

Los costos más bajos corresponden al control manual y al 2,4-D amina con RD\$ 4,000.00 y 3,600.00. Se puede reducir la maleza con estos tratamientos respectivamente a niveles bajos de coberturas de alrededor de 10%, pero la maleza tendrá la capacidad de recuperarse e invadir el área nuevamente. Los tratamientos más efectivos, glifosato + metsulfuron metil y picloran + metsulfuron metil son de altos costos con RD\$ 7,600.00 y 8,400.00, pero pueden reducir la maleza hasta casi el 100% con una sola aplicación (Tabla 4).

Tabla 4. Costo de los tratamientos por hectárea

Tratamientos	Costo por ha en RD\$ *	
	Primera aplicación	Segunda aplicación
Control manual **	\$4,000.00	2,000.00
Glifosato (5.44 Kg / ha) + metsulfuron metil (96 g / ha)	\$7,600.00	3,800.00
Picloran (1024 g / ha) + metsulfuron metil (64 g /ha)	\$8,400.00	4,200.00
2,4 D amina (14.4 Kg/ha)	\$3,600.00	1,800.00
Paraquat (19.2 kg/ha) + 2,4 D (14.4 kg/ha)	\$8,400.00	4,200.00

* Los costos incluyen el herbicida y la aplicación

**Equivalente a un desyerbo manual, el costo pro hectárea de un chapeo es de RD\$2,000.00

4. CONCLUSIONES

El tratamiento glifosato + metsulfuron metil controla eficazmente la mano poderosa en el cultivo del cacao a las dosis utilizadas.

El picloran + metsulfuron metil controla la mano poderosa, pero no debe ser usado en el cacao porque es tóxico para el mismo. Los demás tratamientos tienen un efecto de control parcial de la misma, permitiendo la recuperación de la maleza una vez cesa el efecto de la aplicación.

5. RECOMENDACIONES

El manejo más eficiente y económico para controlar hasta en un 100% la mano poderosa en el cacao es:

- 1- Un chapeo manual;
- 2- después de recuperada la maleza, una aplicación con glifosato (2.72 kg/ha) + metsulfuron metil (48 g/ha).

En caso de ser necesario, hacer una segunda aplicación con glifosato (2.72 Kg/ha.) + metsulfuron metil (48 g/ha).

6. REFERENCIAS

- Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Turrialba, CR, CATIE. p 139-140, 147, 153-182.
- Girón, C. s/f. Las malezas en el cacaotal: recuento histórico y situación actual. Simposio La investigación venezolana en cacao: Situación actual.
- Liogier, AH. 2000. Diccionario de nombres vulgares de La Española. Jardín Botánico Nacional (JBN). Santo Domingo, DO, 598p.

Evaluación de la calidad del cacao (*Theobroma cacao*) en tres métodos de fermentación

José Luis Paredes¹, Elvi Reyes¹, Martín Canals¹, Pedro A.
Domínguez¹, Alejandro María¹, Marelys Juan²



¹Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF

² Investigadora del Programa de Biotecnología del IDIAF
jparedes@idiaf.org.do, ereyes@idiaf.org.do, mcanals@idiaf.org.do,
amaria@idaf.org.do, pdomingez@idaf.org.do, mjuan@idiaf.org.do

1. INTRODUCCIÓN

El cacao dominicano es de baja calidad, debido fundamentalmente al inadecuado manejo poscosecha. Más del 80% del cacao es del tipo Sánchez (cacao no fermentado), lo cual trae como consecuencia una baja cotización en el mercado internacional.

La fermentación es un proceso mediante el cual se cambian las características físicas, químicas y organolépticas de los granos. Esta actividad se ha llevado a cabo como un proceso empírico, que se realiza después de la cosecha. Los métodos de fermentación varían de país a país. Los más comunes son la fermentación en caja, en cesta y en montones (Jorge 2003).

Las revistas Infoagro (2003) y El cacao (2003) informan que los cacaos tipo criollo y forastero se pueden fermentar en cajas, montones y sacos. Además, se utiliza el método Rohan que consiste en el uso de tendales y en bateas. Según Enríquez (1985), los primeros estudios de fermentación en cajas de madera datan de 1975. Éste es el método más utilizado en la mayoría de las regiones cacaotaleras de Centro y Sur América, Ceilán e Indonesia.

Para fermentar en sacos es muy común que el agricultor utilice sacos plásticos o de yute, dejándolo por 4 a 6 días. Algunos investigadores relacionan directamente el gradiente de temperatura generada en la masa de los montones con la temperatura ambiental, humedad y movimiento del aire.

Según Garofalo y Potti (2003) en las pequeñas fincas de África el cacao se fermenta en montones cubiertos con hojas de plátano. En plantaciones grandes se utilizan cajas. En Venezuela es muy común el uso de cajas de maderas (Di Turi 2003).

Según Barel (1999), las almendras frescas de cacao están compuestas por proteínas, azúcares complejas y poli fenoles. Por la acción de las enzimas durante la fermentación, se convierten en aminoácidos, azúcares simples y residuos de aglicones, resumiendo al final los componentes del sabor. Los macro y micro-nutrientes son elementos con funciones fisiológicas específicas y esenciales en el metabolismo de las plantas (Romheld y Marschner1991).

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del cacao y el comportamiento de los microelementos en tres métodos de fermentación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Mata Larga, San Francisco de Macorís (19° 18' 30" n y 70° 12' 57" o). La misma se encuentra a 110 msnm, con temperatura promedio anual de 26 °C y pluviometría de 1,450 mm. El trabajo de campo se inició en abril de 2000 y finalizó en diciembre de 2002.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron: a) cajas de madera; b) montones de base de madera y hojas de plátano; c) sacos plásticos y d) cacao sin fermentar.

Se utilizaron 100 kg de cacao híbrido fresco por tratamiento. La fermentación se realizó durante seis días, con dos remociones de las almendras (48 y 96 horas). Después de fermentado, el cacao se llevó al secadero durante cinco días hasta alcanzar una humedad de 7 a 7.5 %. Las variables estudiadas fueron: temperatura de fermentación (°C), humedad (%), rendimiento (%), color del grano (prueba física o de corte), pH, nitrógeno amoniacal (ppm), grasas (%), ceniza (%), proteína (%), y contenido de micronutrientes (ppm).

La temperatura de fermentación se tomó dos veces al día (8:30 am y 4:00 pm), durante seis días. Para la prueba física, o de corte, se hizo un muestreo de 1 kg de cacao seco por unidad experimental. Se seleccionaron 300 almendras al azar y se cortaron de forma longitudinal. En una tabla de corte se observó el grado de fermentación y se determinó los porcentajes de granos total marrón, parcial marrón y violeta.

El rendimiento se determinó tomando el peso seco del cacao después de fermentado y secado, dividido entre el peso fresco. Para los análisis químicos (ceniza, nitrógeno amoniacal, pH, proteína y grasas) se eliminaron las cáscaras y las almendras se molieron y tamizaron a 0.2 mm.

El contenido de microelementos se midió en el grano fresco, en la primera y segunda remoción, en la salida al secadero y en granos secos. En cada medición, se tomaron 100 g de muestra. El cacao sin fermentar fue muestreado en su forma fresca y seca.

A los datos se les realizó análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó Tukey ($p= 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura alcanzó los niveles más altos entre las 72 y 84 horas de iniciada la fermentación en todos los métodos de fermentación (Figura 1). Los métodos de cajas y montones alcanzaron los valores más altos (48.2 °C) y (46.2 °C), fueron estadísticamente iguales entre si, pero diferente al método en sacos (42.0 °C). Probablemente, el saco retarda la salida del jugo y la fermentación alcohólica no se completa, dando paso a una fermentación láctica. Los resultados de las cajas y montones concuerdan con los descritos por Jorge (2003), quien señala que la temperatura en los fermentadores se incrementa en el orden de 45 - 46 °C debido a la actividad microbiana intensiva.

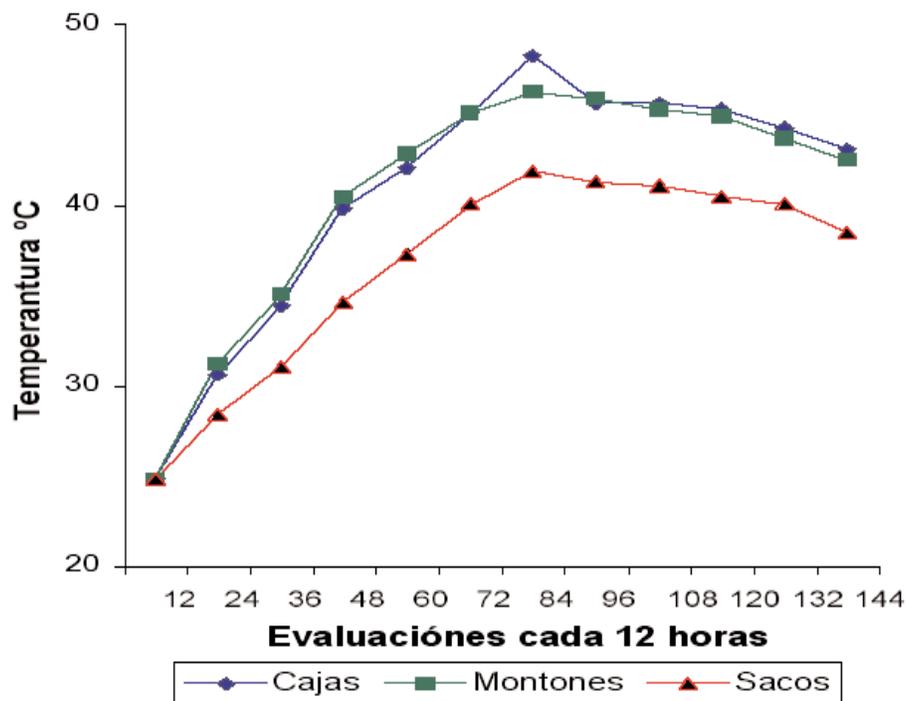


Figura 1. Temperatura de fermentación medida cada 12 horas

Los resultados de humedad se presentan en la tabla 1. En los tres métodos de fermentación la humedad de las almendras es estadísticamente igual, aunque numéricamente es menor en las cajas, que en los sacos y montones (Figura 2). Los valores son menores a los reportados por Barel (1999), quien indicó que el cacao fermentado posee entre un 52 y 54 % de humedad.

Tabla 1. Humedad en (%) de las almendras

Evaluaciones	Tratamientos			
	Sin fermentar	Fermentación en Cajas	Fermentación en Montones	Fermentación Sacos
Cacao fresco	50.58 a	51.27 a	57.55 a	52.25 a
1era. Remoción		53.99 a	53.50 a	54.63 a
2da. Remoción		49.52 b	53.45 a	48.99 b
Cacao ferment.		38.19 b	45.30 a	47.52 a
Cacao seco	8.41 b	7.65 a	8.00 a	8.39 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

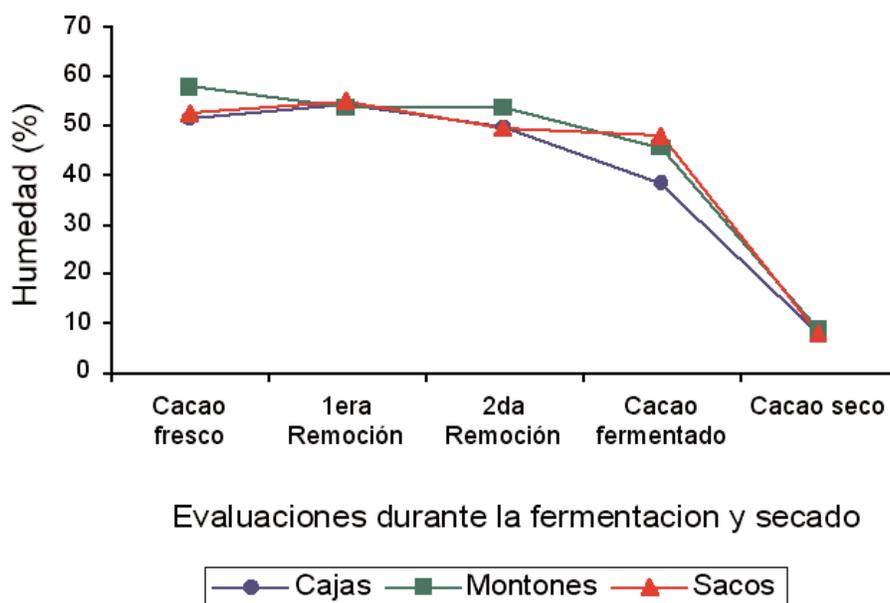


Figura 2. Humedad de la almendra

Los resultados para el rendimiento se presentan en la tabla 2. Los métodos de cajas y montones mostraron menores rendimientos que en los demás métodos, siendo estadísticamente iguales entre si pero diferente a los demás, debido a una mayor fermentación.

Tabla 2. Rendimiento (%) del cacao en diferentes métodos de fermentación

Tratamientos	Promedio en kg
Cajas	38.96 a
Montones	38.82 a
Sacos	40.06 b
Cacao sin fermentar	41.70 c

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

El rendimiento (peso seco/peso fresco) obtenido (Figura 3) fue similar a los descritos por Roche *et al.* (1985), quienes obtuvieron 36.8% para el cacao fermentado y 41% para el cacao no fermentado. Comparado con el testigo sin fermentar, todos los métodos de fermentación aumentan significativamente el porcentaje de total marrón. Sin embargo, las especificaciones de calidad hechas por Acebey y Rodríguez (2002) indican que los valores de cacao bien fermentado son más del 60% para total marrón y no más 6% para violeta. Por consiguiente, las cajas y montones son los únicos métodos que satisfacen esta norma de calidad, para total marrón (Tabla 3).

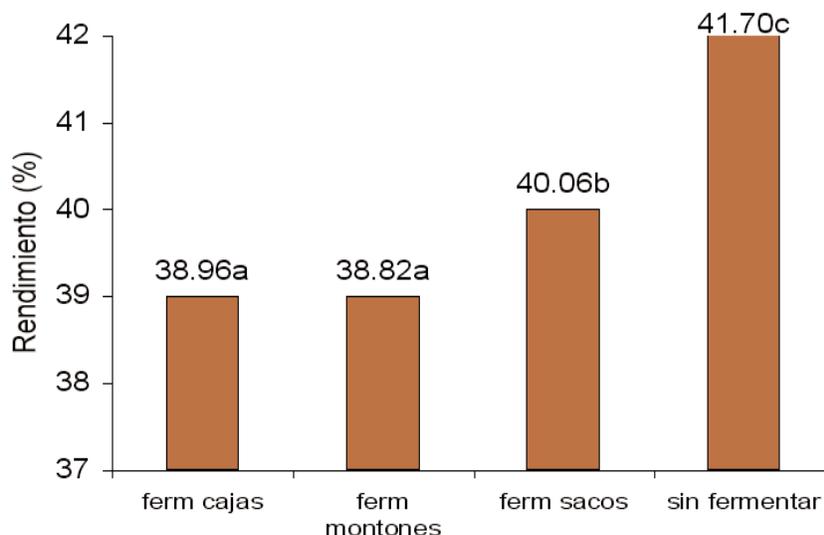


Figura 3. Rendimiento (%) del cacao en diferentes métodos de fermentación

Los resultados de las pruebas químicas se presentan en la tabla 4. En los métodos de fermentación y en el cacao sin fermentar, los valores de pH concuerdan con las normas indicadas por Barel (1999) y Acebey y Rodríguez (2002), los cuales reportan que el pH debe estar entre 5.1 y 5.7, para el cacao fermentado y entre 5.8 a 6.7 para el cacao sin fermentar.

Tabla 3. Porcentaje del color del grano según prueba de corte

Tratamiento	Porcentaje		
	total marrón	parcial marrón	violeta
Cajas	70.34 a	25.00 a	3.40 c
Montones	64.33 b	27.53 a	6.80 c
Sacos	40.13 c	28.07 a	30.46 b
Cacao sin fermentar	11.60 d	9.47 b	40.53 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

En la fermentación en cajas se encontraron niveles de nitrógeno amoniacal de 431.7 ppm, superando a los montones y sacos. El rango de nitrógeno amoniacal para cacao fermentado debe estar entre 350 y 400 ppm (Barel 1999), por consiguiente el cacao fermentado en cajas mostró buena calidad, no así el de montones y sacos.

Tabla 4. Nitrógeno amoniacal, pH, grasa, ceniza y proteína según método de fermentación

Tratamiento	pH	nitrógeno amoniacal ppm	grasa %	ceniza %	proteína %
Cajas	5.52 ab	431.7a	57.33 a	1.35 a	34.64 a
Montones	5.42 ab	287.8 b	56.94 a	1.17 a	34.81 a
Sacos	5.26 b	259.9 b	56.09 a	1.14 a	33.72 a
Cacao sin fermentar	5.84 a	301.3 ab	54.54 a	1.32 a	34.22 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

La grasa del cacao en los métodos de fermentación estudiados y en el cacao sin fermentar se encuentra entre los parámetros de calidad, que oscila entre 52 y 56%. En el cacao fermentado los valores de ceniza se encuentran por debajo del rango máximo permisible, que es de 2.7%. No hubo diferencia en el porcentaje de proteína entre los métodos de fermentación y el cacao tipo Sánchez.

El contenido de hierro se mantiene cuando el cacao se fermenta en montones y sacos. Sin embargo, en las cajas el cacao seco muestra menor contenido de Fe que el cacao fresco (Tabla 5). Esto puede deberse a que el hierro sufre un proceso continuo de oxidación, y en las cajas hay mayor aireación que en los otros métodos estudiados.

El contenido de cobre no fue estadísticamente diferente en la fermentación en cajas. Sin embargo, el cobre aumentó en el proceso de fermentación, cuando se utilizó el método de montones y sacos, y en el cacao tipo Sánchez.

Tabla 5. Contenido de Fe (ppm) en las almendras de cacao

Evaluaciones	Cajas	Montones	Sacos	Sin fermentar
Cacao fresco	108.8 a	102.8 a	100.4 a	105.2 a
1ra remoción	104.4 a	69.2 a	199.2 a	-
2da remoción	102.0 ab	66.0 a	152.4 a	-
Cacao fermentado	146.4 a	53.6 a	117.2 a	-
Cacao seco	63.6 b	85.2 a	130.0 a	80.8 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

El contenido de manganeso (Tabla 7) y zinc (Tabla 8) no mostraron diferencias en el proceso de fermentación, en ninguno de los métodos evaluados.

4. CONCLUSIONES

Los métodos de cajas y montones, bajo las condiciones estudiadas, son los más adecuados para alcanzar la calidad requerida por mercados internacionales.

Tabla 6. Contenido de Cu (ppm) en las almendras de cacao

Evaluaciones	Cajas	Montones	Sacos	Sin fermentar
Cacao fresco	14.0 a	12.4 b	10.8 b	14.8 b
1ra remoción	17.6 a	23.2 a	22.0 a	-
2ra remoción	20.0 a	22.8 a	18.8 b	-
Cacao fermentado	23.6 a	24.4 a	20.0 a	-
Cacao seco	25.6 a	22.0 a	17.6 c	17.0 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

El método en sacos presentó una fermentación incompleta, debido a que los niveles de temperatura alcanzados fueron muy bajos, con relación a los demás métodos.

Tabla 7. Contenido de Mn (ppm) en las almendras de cacao

Evaluaciones	Cajas	Montones	Sacos	Sin fermentar
Cacao fresco	21.6 a	23.6 a	21.2 a	21.6 a
1ra remoción	24.0 a	23.2 a	27.2 a	-
2ra remoción	26.8 a	23.6 a	26.8 a	-
Cacao fermentado	23.2 a	22.8 a	24.8 a	-
Cacao seco	26.4 a	24.4 ab	21.6 a	24.8 ab

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

En las cajas, el Fe disminuye en el proceso de fermentación, mientras que Cu, Zn y Mn se mantienen iguales. En los sacos y montones, el Fe, Zn y Mn se mantienen iguales en el proceso de fermentación, mientras que el Cu aumenta.

Tabla 8. Contenido de Zn (ppm) en las almendras de cacao

Evaluaciones	Cajas	Montones	Sacos	Sin fermentar
Cacao fresco	52.0 a	48.0 a	50.0 a	47.6 a
1ra remoción	50.0 a	47.6 a	50.4 a	-
2ra remoción	49.6 a	48.0 a	47.2 a	-
Cacao fermentado	48.4 a	47.6 a	75.2 a	-
Cacao seco	52.0 a	51.6 a	54.0 a	54.0 a

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente

5. REFERENCIAS

- Acebey, G y Rodríguez, A. 2002. Manual sobre el manejo post-cosecha de cacao. República Dominicana, CONACADO.
- Barel, M. 1999. Cocoa botany. Montpellier, FR, CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement).
- Infoagro 2001. Beneficiado del cacao. Consultado 31 de marzo 2001. Disponible en, <http://www.infoagro.go.cr/tecnología/cacao/Beneficio.htm/>
- Di turi, R. 2003. El renacer del gran cacao criollo. Todo en domin go. Consultado 26 enero 2003. Disponible en <http://www.elnacional.com/revistas/todoendomingo/todo52/reportaje2.htm>
- El cacao 2003. La fermentación. Consultado 26 enero 2003. Disponible en <http://www.geocities.com/grupo-84/cacao.htm>
- Enríquez, GA. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, CR, CATIE. 239 p. Hardy, F. 1961. Manual del cacao. Turrialba, CR, Lehman. 439 p.
- Garofalo, M y Potti, D. 2003. Fermentación. SAPORTI. Consultado 26 enero 2003. Disponible en <http://www.mundo helado.com/materiasprimas/chocolatefermentacion.htm>
- Jorge, M. 2003. El beneficio del cacao. Revista Dulcelandia, 62 (745). Consultado 26 Enero 2003. Disponible en <http://www.manila.com.mx/revesep-2002/beneficio-cacao.htm>
- Romheld, V.; Marschner, H. 1991. Function of Micronutrients in Plants. Micronutrients in Agriculture Soil Science Society of American (SSSA). Madison, Wisconsin, USA.

Roche, G; Cuello, J; Hiciano; Cárdenas, F; Méndez; Domínguez, P. 1985. Mejoramiento de la calidad del cacao. Revista el Cacaotalero, 18 p.

**Contenido de metales pesados tóxicos
(níquel, plomo, cobre, cadmio y manganeso)
en el cacao de la provincia Monseñor Nouel**

Elvi Reyes¹ y Alejandro María¹



¹ Investigadores del Programa de Cacao del IDIAF
Correos electrónicos: ereyes@idiaf.org.do, amaria@idiaf.org.do
Tels: 588-8699; 588-6400 Ext. 32

1. INTRODUCCIÓN

La República Dominicana es el mayor productor de cacao orgánico del mundo. Se exporta a Holanda, Francia, Italia, Alemania y Bélgica, Estados Unidos, Japón, entre otros. Estos mercados son muy exigentes en calidad, en los atributos tecnológicos y medioambientales de las almendras.

Los estándares de calidad pueden variar dependiendo del país, pero todos toman en consideración el contenido de elementos tóxicos (plomo, níquel, cobre, cadmio y manganeso, entre otros) en las almendras. Estos elementos se acumulan en órganos del cuerpo humano, provocando la aparición de enfermedades, y en muchos casos, la muerte. Por ejemplo, la ingestión de plomo por largo tiempo puede producir parálisis de los tobillos y muñecas, disminución de la inteligencia, deterioro de la memoria, problemas de audición y equilibrio. El cadmio es la principal causa de los bebés azules, produce daños renales e hipertensión, lesiones óseas y pulmonares. También se le considera inductor del cáncer prostático y testicular (Enciclopedia Encarta 2003).

Según García y Dorronsoro (2002), los metales pesados son los que tienen densidad igual o superior a 5 g.cm⁻³ en su forma elemental. Además, su número atómico es superior a 20, excluyendo los metales alcalinos y alcalino-térreos. La presencia de estos elementos en la corteza terrestre es inferior al 0.1% y casi siempre menor de 0.01% (Tabla 1).

Tabla 1. Metales pesados en suelos y plantas terrestres

Elementos	Suelos	Plantas terrestres
	mg/kg	mg/kg
Cadmio (Cd)	0.35	0.1-2.4
Cobalto (Co)	8.0	<1.0
Cobre (Cu)	30.0	
Cromo (Cr)	70.0	0.03-10
Hierro (Fe)	4.0	70-700
Mercurio (Hg)	0.06	<0.02
Manganeso (Mn)	1,000.0	20-700
Níquel (Ni)	50.0	
Plomo (Pb)	35.0	
Selenio (Se)	0.4	0.03
Zinc (Zn)	90.0	20-400
Arsénico (As)	6.0	0.2-7

Fuente: Más y azcue 1993, citdo por García y Dorronsoro, 2002

Los metales pesados llegan al suelo de manera natural al meteorizarse el material original. Las concentraciones pueden llegar a ser tóxicas para el crecimiento de las plantas y los animales que lo consumen. Por ejemplo, el níquel puede aparecer en concentraciones tóxicas en suelos derivados de rocas ultra básicas.

Los metales pesados pueden presentar un índice de bioacumulación (relación entre la cantidad de un contaminante en el organismo y la concentración de ese contaminante en el suelo) superior a 1. El Cd y el Hg son los más tóxicos (Más y Azcue 1993, citado por García y Dorronsoro 2002).

Los estándares máximos de metales pesados admisibles en productos alimenticios, y en especial en las almendras de cacao, se presentan en la tabla 2. Estos niveles pueden variar por países. Hungría es el más exigente.

Tabla 2. Contenido máximo admisible de metales pesados en productos nutricionales en humanos según Europa

Metal pesado	UE	UE	Codex
	Productos alimenticios	Almendras de cacao	Almendras de cacao
	ppm	ppm	ppm
Cadmio (Cd)	1.0	0.50	
Cobre (Cu)	350.0	50.0	30.00
Níquel (Ni)	40.0		
Plomo (Pb)	5.0	2.00	2.00
Zinc (Zn)	500.0		
Mercurio (Hg)	1.0	0.02	0.02
Cromo (Cr)	45.0		
Selenio (Se)	0.5		

Fuente: Más y azcue 1993, citdo por García y Dorronsoro, 2002

En información no documentada, se comentó que lotes de almendras de cacao exportadas hacia Europa fueron reportadas con contenidos de metales pesados que sobrepasaban los máximos permisibles. Estos comentarios ponen en peligro el mercado del cacao dominicano. Debido a la falta de información, la Comisión Nacional de Cacao consideró pertinente determinar los niveles de metales pesados en el cacao dominicano.

La investigación se inició en fincas cacaotaleras ubicadas en el área de influencia de la mina de ferro-níquel. Esta mina a campo abierto está ubicada en loma La Peguera, al este del municipio de Bonao, provincia Monseñor Nouel. Esta provincia posee más de 2,500 hectáreas de cacao, de las cuales 528 ha se cultivan orgánicamente (CONACADO 2002).

La cercanía de la mina a las plantaciones de cacao, la dirección del viento y la forma de secar los granos, puede afectar la acumulación de metales pesados en las semillas. Para la extracción del níquel se remueve la tierra y roca del suelo y subsuelo. Durante el proceso de molienda se liberan grandes cantidades de polvillo, que por efecto del viento pueden ser transportadas a kilómetros de distancia. Este polvillo compuesto por partículas orgánicas e inorgánicas, puede ser dañino para los cultivos, la salud de los humanos y los animales.

El objetivo fue determinar el contenido de los metales pesados tóxicos en suelos, semillas frescas, almendras secas y cascarillas de cacao, en las asociaciones que producen cacao orgánico de la provincia Monseñor Nouel, República Dominicana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las plantaciones de cacao orgánico certificadas de la Provincia Monseñor Nouel (Figura 1). La zona se encuentra ubicada en las coordenadas $18^{\circ} 54' N$ y $70^{\circ} 23' O$, con pluviometría promedio anual de 2,211 mm, temperatura promedio de $25.6^{\circ} C$ y altitud en el valle de 178 msnm. El trabajo de campo se realizó durante el período mayo - diciembre del 2002.

Se utilizó un diseño no experimental transversal. Se seleccionó una muestra probabilística en cada una de las asociaciones de cacaocultores de cacao orgánico de la provincia Monseñor Nouel.

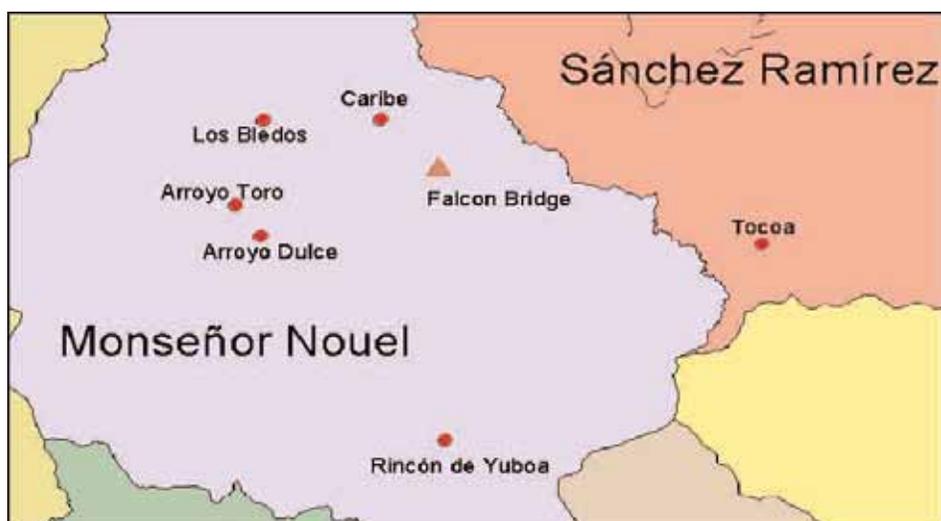


Figura 1. Ubicación de la Falcombridge y puntos de muestreo de cacao orgánico

Se tomaron 138 muestras en total, distribuidas en las asociaciones de productores de cacao (Tabla 3). Treinta y cinco fueron de suelos, 35 cacao fresco, 34 de cacao seco y 34 de cascarilla.

Las variables evaluadas fueron:

- a) Contenidos totales y disponibles de Ni, Cd, Cu, Pb, Mn (ppm) en suelo.
- b) Contenido totales de Ni, Cd, Cu, Pb y Mn (ppm) en semillas frescas, almendras secas y cascarilla de cacao.

Tabla 3. Cantidad de muestras realizadas por fuente en cada asociación

Asociación	Suelo	Semillas frescas	Almendras secas	Cascarillas
Caribe	15	15	12	12
Arroyo Toro	4	4	4	4
Arroyo Dulce	3	3	3	3
Los Bledos	8	8	9	9
El Progreso	2	2	2	2
San Martín	3	3	4	4
Total	35	35	34	34

Las muestras de suelos se tomaron a la profundidad de 0-35 cm. Las muestras de semillas frescas se tomaron de dos mazorcas de cacao seleccionadas en el mismo lugar del muestreo de suelo. Las mazorcas se abrieron y extrajeron las semillas frescas. Estas semillas se analizaron completas (cascarilla más almendra). Además se colectaron semillas secadas por procedimientos convencionales realizados por los productores. A las semillas secas se le analizó la cascarilla y la almendra de forma independiente.

Los metales pesados se analizaron en un espectrofotómetro de absorción atómica. Los totales se obtuvieron mediante el método digestión de ácido caliente (HNO_3 - HClO_4) descrito por Amacher (1996); los metales pesados disponibles, mediante los métodos DTPA y TEA descritos por Amacher (1996) y acetato de amonio pH 7.0 NH_4Oac , descrito por Tan (1996). Los datos se analizaron mediante la prueba t Student ($p= 0.05$), con el paquete estadístico MSTATC.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Níquel

La tabla 4 muestra los resultados del contenido de níquel. En la mayoría de las asociaciones, el níquel total en suelos se encontró por encima del valor máximo admitido (García y Dorronsoro 2002). Estos valores eran de esperarse por la cercanía de las asociaciones a la mina de ferroníquel. Aunque había valores altos de níquel total en el suelo, el porcentaje de disponible fue bajo (2.3 a 3.1 %).

En semillas frescas y almendras secas, el contenido de níquel es menor que el valor máximo permitido, que según INAGROSA, S.A. (1998-2001) es de 40 ppm. Este resultado puede deberse al bajo por ciento de níquel disponible en el suelo. Si se comparan los valores de níquel en cascarilla y en semillas frescas y secas, se observa que los primeros son superiores a los demás. Esto puede deberse a la deposición del polvillo que se libera en la mina de ferroníquel.

Tabla 4. Contenido de níquel (ppm) en suelos, semillas frescas, almendras secas y cascarilla de cacao por asociaciones de cacaocultores

	Suelos		Semillas		Almendras	
	total	disponible	%	frescas	secas	cascarilla
Caribe	183 ^a ± 80.4	5.0 ^a ± 2.4	2.7	11 ^a ± 3.6	11 ^a ± 3	45 ^a ± 20.6
Arroyo Toro	137 ^a ± 54.4	3.7 ^b ± 0.3	2.7	7 ^a ± 2.8	7 ^b ± 6	32 ^a ± 5.0
Arroyo Dulce	109 ^a ± 59.9	3.1 ^b ± 2.2	2.8	4 ^b ± 5.2	8 ^b ± 3	17 ^b ± 4.6
Los Bledos	95 ^b ± 14.4	2.5 ^b ± 0.5	2.6	8 ^a ± 2.4	7 ^b ± 2	34 ^a ± 4.2
El Progreso	19.5 ^c ± 9.2	0.6 ^c ± 0.2	3.1	6 ^b ± 0.7	4 ^c ± 3	13 ^b ± 2.8
San Martín	231 ^a ± 45.3	5.3 ^a ± 3.6	2.3	12 ^a ± 9	11 ^a ± 4	32 ^a ± 20.4
Valor máx. admitido	50.0				40.0	

Plomo

La tabla 5 muestra los resultados del contenido de plomo. El plomo total en todos los suelos muestreados fue inferior 35 ppm, máximo permisible descrito por García y Dorronsoro (2002). Del 1.74 al 11.7% de plomo total en suelos, se encuentra disponible para las plantas.

Tabla 5. Contenido de plomo (ppm) en suelos, semillas frescas, almendras secas y cascarilla de cacao por asociaciones de cacaocultores

Asociaciones	Suelos		Semillas		Almendras	
	Total	disponible	%	frescas	secas	cascarilla
Caribe	3.4 ^b ± 1.8	0.08 ^c ± 0.1	2.35	0.9 ^b ± 1.2	0.6 ^a ± 1.2	0.0 ^c
Arroyo Toro	2.2 ^b ± 2.1	0.2 ^b ± 0.1	9.09	0.5 ^b ± 0.6	0.7 ^a ± 1.0	11 ^a ± 14
Arroyo Dulce	1.7 ^b ± 2.1	0.2 ^b ± 0.2	11.7	0.3 ^b ± 0.6	0.0 ^b	0.3 ^b ± 0.6
Los Bledos	1.4 ^b ± 1.7	0.1 ^b ± 0.05	7.14	0.9 ^b ± 1.4	0.9 ^a ± 1.7	0.3 ^b ± 1
El Progreso	11.0 ^a ± 0.0	0.6 ^a ± 0.3	5.45	2.0 ^a ± 0.0	1.5 ^a ± 0.7	0.0 ^c
San Martín	2.3 ^b ± 4.0	0.04 ^c ± 0.1	1.74	1.0 ^b ± 0.0	0.5 ^a ± 0.6	0.0 ^c
Valor máx. admitido	35.0				2.0	

Las medias del contenido de plomo en semillas frescas y secas fueron inferiores al valor máximo admitido, según Dand (1999). Sin embargo, con la desviación estándar pueden sobrepasar dicho umbral en las muestras provenientes de las asociaciones Caribe, El Progreso y Los Bledos. Los valores mayores de plomo en cascarillas se registraron en las muestras de la asociación Arroyo Toro (11.0 ± 14.0 ppm). Esto puede deberse a la deposición del polvillo que se libera en la mina de ferroníquel.

Cobre

El contenido de cobre en suelos se encuentra por encima de los valores descritos por García y Dorronsoro (2002) en las asociaciones bajo estudio (Tabla 6). Sin embargo, el contenido disponible de cobre es muy bajo.

En semillas frescas, almendras secas y cascarilla, los valores obtenidos están por debajo del valor máximo admitido por la Regulación Europea, 350 ppm (INAGROSA, S.A. 2002 y 50.0 ppm para cacao Dand -1999).

Tabla 6. Contenido de cobre (ppm) en suelos, semillas frescas, almendras secas y cascarilla de cacao por asociaciones de cacaocultores

Asociación	Suelos			Semillas	Almendras	
	total	disponible	%	frescas	secas	cascarilla
Caribe	$63^a \pm 19$	$0.4^a \pm 0.2$	0.63	$14^a \pm 4$	$15^b \pm 2$	$20^c \pm 2$
Arroyo Toro	$37^b \pm 4$	0.0 ^c	0.00	$18^a \pm 6$	$18^b \pm 2$	$30^b \pm 7$
Arroyo Dulce	$33^b \pm 7$	0.0 ^c	0.00	$18^a \pm 2$	$17^b \pm 2$	$15.0^c \pm 1$
Los Bledos	$31^b \pm 9$	0.01 ^b	0.03	$18^a \pm 4$	$15^b \pm 1$	$25^b \pm 3$
El Progreso	$56^a \pm 18$	0.4 ^a	0.72	21.0 ^a	$25^a \pm 1$	$40^a \pm 1$
San Martín	$68^a \pm 26$	0.2 ^a	0.29	$18^a \pm 7$	$16^b \pm 3$	$21^b \pm 5$
Valor máx.	30.0				50.0	

Cadmio

La tabla 7 muestra el contenido de cadmio (ppm). El cadmio total en suelos fue mayor que el valor máximo admitido en la mayoría de las asociaciones bajo estudio (García y Dorronsoro 2002). El porcentaje de disponibilidad es alto, excepto en El Progreso y en San Martín. Hasta el 33.3% de cadmio total en suelos, se encuentra disponible para las plantas. La disponibili-

dad del cadmio en suelos con respecto al total es considerada alta, en gran parte de las asociaciones, tomando como referencia esta relación en otros elementos.

En semillas frescas y secas, los mayores valores de cadmio fueron mostrados por la asociación Los Bledos, con valores por encima de valor máximo admitido, según Dand (1999). En cascarillas los mayores fueron mostrados por la asociación Los Bledos (2.6 ppm).

Tabla 7. Contenido de cadmio en suelos, semillas frescas, almendras seas y cascarilla de cacao por asociaciones de cacaocultores

Asociación	Suelos		%	Semillas		
	total	disponible		frescas	Secas	cascarilla
Caribe	0.5 ^a ± 0.5	0.1 ^a ± 0.07	20	0.07 ^b ± 0.3	0.0 ^b	0.3 ^b ± 0.5
Arroyo Toro	0.5 ^a ± 0.6	0.1 ^a ± 0.04	20	0.0 ^c	0.0 ^b	0.8 ^b ± 0.5
Arroyo Dulce	0.3 ^a ± 0.6	0.1 ^a ± 0.07	33	0.33 ^a ± 0.6	0.3 ^a ± 1	0.0 ^c
Los Bledos	0.7 ^a ± 0.7	0.1 ^a ± 0.08	14	0.75 ^a ± 0.7	0.6 ^a ± 1	2.6 ^a ± 0.7
El Progreso	0.5 ^a ± 0.7	0.01 ^b ± 0.01	2	0.0 ^c	0.0 ^b	0.0 ^c
San Martín	0.0 ^b	0.0 ^c	0	0.0 ^c	0.0 ^b	0.0 ^c
Valor máx. admitido	0.35				0.5	

Manganeso

El contenido de manganeso se presenta en la tabla 8. La mayoría de asociaciones mostraron niveles de manganeso en suelo por debajo del valor máximo admitido (García y Dorronsoro 2002). Sin embargo, la asociación El Progreso sobrepasó dicho umbral. Del 4.4 al 7.3% de manganeso total en suelos, se encuentra disponible para las plantas. Para las semillas frescas y secas, los mayores valores lo mostraron la asociación El Progreso y San Martín. En cascarillas, los mayores valores se determinaron en las asociaciones El Progreso, San Martín y Caribe. Los valores de Mn en cascarillas superan los registrados en semillas frescas y almendras secas.

Tabla 8. Contenido de manganeso (ppm) en suelos, semillas frescas, almendras secas y cascarilla de cacao por asociaciones de cacaocultores.

Asociación	Suelos		Semillas		Almendras	
	total	disponible	%	frescas	secas	cascarilla
Caribe	919 ^a ± 159	46 ^b ± 33	5.0	11 ^b ± 6.9	12 ^b ± 7.6	52 ^a ± 40.6
Arroyo Toro	893 ^a ± 45	40 ^b ± 6	4.5	12 ^b ± 6.5	15 ^b ± 2.8	31 ^b ± 7.9
Arroyo Dulce	764 ^b ± 260	56 ^b ± 36	7.3	3.7 ^c ± 4.0	9.3 ^b ± 4	21 ^b ± 3.2
Los Bledos	726 ^b ± 184	32 ^b ± 20	4.4	9.4 ^b ± 5.0	11 ^b ± 4.0	33 ^b ± 6.0
El Progreso	1,393 ^a ± 543	96 ^a ± 46	6.9	46 ^a ± 32	34 ^a ± 4.2	80 ^a ± 6.4
San Martín	898 ^a ± 295	58 ^b ± 43	6.5	23 ^a ± 4.9	30 ^a ± 11	63 ^a ± 46.0
Valor máx. admitido	1					

4. CONCLUSIONES

Los niveles de níquel, plomo, cobre, cadmio y manganeso de las almendras secas se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles, excepto el cadmio en la asociación Los Bledos.

En la mayoría de las asociaciones el níquel, cobre y cadmio de las muestras de suelo, muestran niveles superiores a los máximos permisibles, para la producción de alimentos.

En las cascarillas, la mayoría de las asociaciones presentan valores de metales pesados por encima de los reportados en almendras secas, especialmente Arroyo Toro y Los Bledos.

5. AGRADECIMIENTO

A la Comisión Nacional de Cacao en la persona de su Director Ejecutivo, Reynaldo Ferreiras, por su contribución económica para la realización del trabajo.

6. REFERENCIAS

Amacher, MC. 1996. Chemical methods of soil analysis. Nickel, Cadmium and Lead. Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Págs. 739-768, 1,390p.

- Biblioteca de consulta Encarta. 2003. Microsoft Corporation. Derechos Reservados.
- CONACADO (Confederación Nacional de Cacaocultores Dominicanos). 2002. Listado de los productores de cacao orgánicos del Bloque No. 5 Bonao. Por asociación.
- García, I y Dorronsoro, C. 2002. Contaminación por metales pesados. Consultado el 25 abril 2002. disponible en: [http://logia,ugr.es/conta/tema15](http://logia.ugr.es/conta/tema15)
- Dand R. 1999. The international cocoa trade, second edition CRC press. Boca Raton Boston, New York, Washington, DC. Pág. 209.
- INAGROSA (Industrias Agro biológicas, S. A). 2002. Agricultura y el medio ambiente. Contenido de metales pesados de diversos productos nutricionales. Consultado 25 abril 2002. Disponible en <http://www.inagrosa.es/metales.htm>
- Tan, HK. 1996. Soil sampling, preparation and analysis. Methods of CEC determination. The University of Georgia, Athens. Georgia, USA. Págs. 204-211, 408p.

Misión del IDIAF

Contribuir a la generación de riquezas y a la seguridad alimentaria, mediante innovaciones tecnológicas que propicien la competitividad de los sistemas agroempresariales, la sostenibilidad de los recursos naturales y la equidad.

Edición Técnica:

Comité Técnico Centro Norte, IDIAF

Revisión de Estilo, Digitalización y Diagramación:

Unidad de Difusión, IDIAF

Impreso en: *Editora Centenario, S.A.. Santo Domingo, República Dominicana*

Tirada:

1000 ejemplares

Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF.

Calle Rafael Augusto Sánchez # 89,

Ensanche Evaristo Morales,

Santo Domingo, República Dominicana.

Tel.: (809) 567-8999 / (809) 683-2240

Fax: (809) 567-9199 / (809) 563-9620

Web:<http://www.idiaf.org.do>

E-mail: www.idiaf@idiaf.org.do



Oficina Central Santo Domingo
Calle Rafael Augusto Sánchez No. 89
Ensanche Evaristo Morales
Santo Domingo, República Dominicana
Tels.: (809) 567-8999 / 683-2240
Fax: (809) 567-9199
E-mail: idiaf@idiaf.org.do

Centro Norte
Imbert No. 5, Las Carolinas
La Vega, República Dominicana
Tels.: (809) 242-2144
Fax: (809) 242-3345
E-mail: cnorte@idiaf.org.do