



# Resultados de Investigación

# CACAO



marzo  
2007



# DETERMINACIÓN DE LA HABILIDAD COMBINATORIA ESPECÍFICA DE 9 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

A. González  
M. Ventura

## RESUMEN

En la República Dominicana el cacao se considera uno de los principales cultivos tradicionales de exportación. Genera más de US\$55,000,000 anuales en la última década. Además ocupa el cuarto lugar en volumen de producción entre los países de América latina y octavo en el mundo (SEA, 2005). Las plantaciones de cacao en la República Dominicana poseen rendimientos promedios de 436 kg/ha, esto se considera bajo, con relación al potencial del cultivo. Esto es debido principalmente a la avanzada edad de las plantaciones, inadecuado manejo agronómico y mezcla de material genético. Además en la propagación sexual de los híbridos, con frecuencia resultan plantas improductivas debido a la incompatibilidad. Los híbridos desarrollados con alto rendimiento y resistencia a enfermedades deben ser seleccionados por compatibilidad. Por tanto no es conveniente usar un solo híbrido en las plantaciones, especialmente si se desconoce su constitución genética (Enríquez 2004). Se realizó una investigación para determinar la habilidad combinatoria específica de nueve clones de cacao en la Estación Experimental Mata Larga. Se utilizó un diseño experimental de bloques completo al azar, con nueve tratamientos, 20 repeticiones. Se realizaron 20 polinizaciones por cruzamientos. Se seleccionaron botones florales que abrirían al día siguiente. Estos se aislaron con un tubo plástico transparente, el cual posee en un extremo una malla fina que evita la entrada de insectos y deja penetrar la luz. En el otro extremo contiene plasticina o masilla utilizada para adherir el tubo al árbol. Al día siguiente cuando la flor estaba abierta se procedió a polinizar según los tratamientos propuestos, luego se volvió a proteger la flor con el tubo. La variable evaluada fue el número de frutos formados. De acuerdo a los resultados las mejor habilidad combinatoria las presentaron los clones UF- 613, UF- 676, Y UF-296.

## INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana el cacao se considera uno de los principales cultivos tradicionales de exportación. Genera más de US\$55,000,000 anuales en la última década. Además ocupa el cuarto lugar en volumen de producción entre los países de América latina y octavo en el mundo (SEA, 2005).

Las plantaciones de cacao en la República Dominicana poseen rendimientos promedios de 436 kg/ha, esto se considera bajo, con relación al potencial del cultivo. Esto es debido principalmente a la avanzada edad de las plantaciones, inadecuado manejo agronómico y mezcla de material genético. Además en la propagación sexual de los híbridos, con frecuencia resultan plantas improductivas debido a la incompatibilidad. Los híbridos

desarrollados con alto rendimiento y resistencia a enfermedades deben ser seleccionados por compatibilidad. Por tanto no es conveniente usar un solo híbrido en las plantaciones, especialmente si se desconoce su constitución genética (Enríquez 2004).

La siembra de cacao se han realizado sin tomar en cuenta la capacidad de combinación de sus progenitores; siendo esto una de las causas de la baja productividad. Se realizó una investigación con el objetivo de determinar la habilidad combinatoria específica de nueve clones de cacao de amplio uso en la producción de semillas híbridas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó en la Estación Experimental Mata Larga, San Francisco de Macorís, localizada a los 19° 18' 30" latitud Norte y a los 70° 12' 27" longitud Oeste; con pluviometría promedio anual de 1450 mm; temperatura promedio de 26 °C y altitud de 110 msnm. Se inició en el 2003 y finalizó en el 2004. Se utilizó un diseño experimental de bloques completo al azar, con nueve tratamientos y 20 repeticiones. Cada tratamiento fue considerado un experimento.

Los tratamientos utilizados como clones madres fueron: ICS.39, ICS-40, ICS-100, UF-613, UF-676, UF-677, UF-296, UF-667 y IML-44. Cada clon madre fue cruzado con cada uno de los clones padres (ML-3, ML-4, ML-22, ML-46, Genoveva-5, ML-75, ML-105, ML-106, ML-103 y ML-107), para un total de 90 cruzamientos.

Se realizaron 20 polinizaciones por cruzamientos. Se seleccionaron botones florales que abrirían al día siguiente. Estos se aislaron con un tubo plástico transparente, el cual posee en un extremo una malla fina que evita la entrada de insectos y deja penetrar la luz. En el otro extremo contiene plasticina o masilla utilizada para adherir el tubo al árbol. Al día siguiente cuando la flor estaba abierta se procedió a polinizar según los tratamientos propuestos, luego se volvió a proteger la flor con el tubo.

La variable evaluada fue número de frutos formados y con estos datos se determinó la habilidad combinatoria de los clones. Para la recolección de los datos se realizaron conteos de los frutos formados a los 15 días. Se realizó análisis de normalidad y homogeneidad en los cuales se determinó que los datos no eran normales ni homogéneos, por lo cual se decidió realizar un análisis de frecuencia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran la capacidad combinatoria de los clones en estudio, donde los clones UF-296, UF-613 y UF-676 se combinaron con la mayoría de los clones padres con más de 30% de frutos formados. El IML-44 no se combinó con ninguno de los clones cruzados, cuadro 1. Esto debido a que el clon IML-44 y los clones padres son clones locales. Según Enríquez (2004), los clones tienen mayor habilidad combinatoria cuando se cruzan entre variedades de origen genético y geográfico distintos.

Cuadro 1. Resultados de los cruzamientos

Clones Padres	ICS-39	ICS-40	ICS-100	UF-613	UF-676	UF-677	UF-296	UF-667	IML-44
	Pepino					ND			ND
Medio Peso					ND			ND	
ML-22									
ML-46									
Genoveva-5								ND	
ML-75								ND	
ML-105									
ML-106									
ML-103									
ML-107									

ND = No determinada

Sombreado = Combinación

No sombreado = No combinación

El análisis de frecuencia muestra el porcentaje de cruzamientos con relación frutos formados, donde el 19.51% de los cruzamientos tuvieron cero frutos formados, el 9.35% con 1 frutos y el 7.32% 17 frutos formados a los 15 días de polinizados, figura 1.

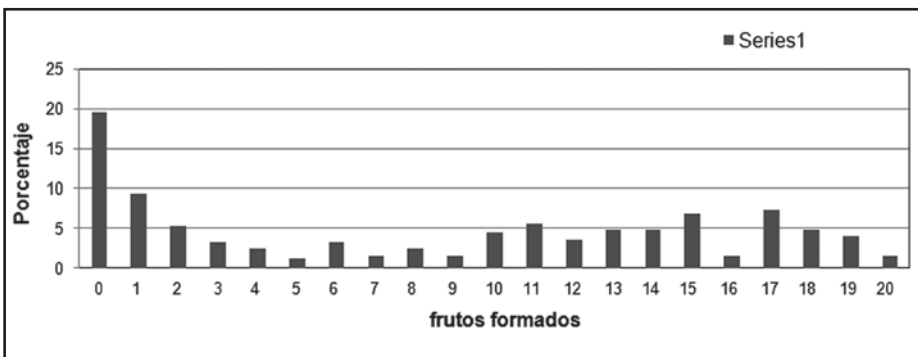


Figura 1. Porcentaje de cruzamiento con relación a frutos formados

La figura 2 muestra los cruzamientos y la cantidad de frutos formados, en ésta se observa que los clones UF-613, UF-676 y UF-296 fueron los que mayor habilidad combinatoria presentaron, con cruzamientos que obtuvieron mas de 30% de frutos formados. El UF-613 combinó con ML-107; el UF-676 combinó con ML-22, ML-75, ML-105, ML-103, ML-106 y el UF-296 con ML-22, ML-46, Genoveva-5, ML-75, ML-105 y ML-106.

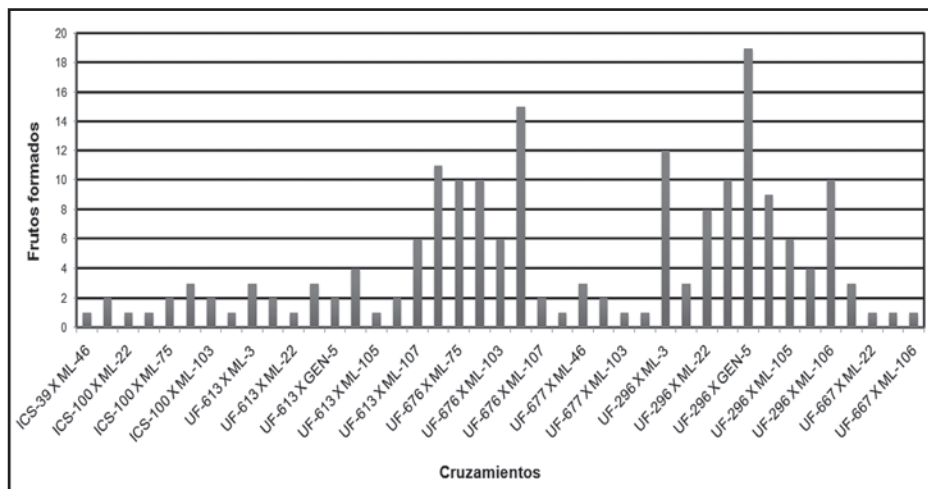


Figura 2. Número de frutos formados por cruzamientos a los 15 días de polinizados

## CONCLUSIONES

La mayor habilidad combinatoria se obtuvo en los clones UF-613 UF-296.

## REFERENCIAS

Enríquez, G. A. 2004. Cacao Orgánico. Guía para Productores Ecuatorianos. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP.

SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO) 2005. Departamento de Cacao. Volumen y valor de las exportaciones de cacao en grano.





**AUTOCOMPATIBILIDAD  
SEXUAL DE CLONES  
DE CACAO**  
*(Theobroma cacao L.)*

**A.González  
M.Ventura**



## RESUMEN

En la República Dominicana el cultivo del cacao se ve afectado por factores genéticos como la incompatibilidad sexual. Según Enríquez y Alarcón (1977), citados por Enríquez (2004), “la incompatibilidad se hereda en forma simple como cualquier otra característica del árbol; en estos casos algunos descendientes o hijos no pueden cruzarse con sus padres, con sus hermanos o con ellos mismos”. En el país se recomienda utilizar como material de siembra una mezcla de semillas provenientes de cruces entre clones introducidos por clones locales, para asegurar una mayor polinización cruzada, efectuada por los insectos; sin embargo, se desconoce la compatibilidad sexual de los clones utilizados en dicha mezcla. El objetivo del trabajo fue determinar la autocompatibilidad sexual de 38 clones introducidos y 22 clones locales utilizados para los cruzamientos. Los tratamientos fueron: T1= Flores polinizada con su propio polen, T2= Flores polinizada con polen del mismo árbol, pero no de la misma flor, T3= Flores polinizada con polen del árbol del lado, pero del mismo clon. La variable medida fue número de frutos formados a los 15 días después de la polinización para determinar la autocompatibilidad de los clones. De acuerdo a los resultados obtenidos de los 60 clones evaluados 7 clones resultaron ser auto compatibles y 53 auto incompatibles. Los que resultaron auto compatibles fueron: ML-73; UF-221; ICS-8, ICS-95; SIAL-98, SIAL-325 y SIC-1.

## INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana el cultivo del cacao se ve afectado por factores genéticos como la incompatibilidad sexual. Según Enríquez y Alarcón (1977), citados por Enríquez (2004), “la incompatibilidad se hereda en forma simple como cualquier otra característica del árbol; en estos casos algunos descendientes o hijos no pueden cruzarse con sus padres, con sus hermanos o con ellos mismos”.

Investigaciones realizadas en Ecuador, Costa Rica y Brasil sobre mejoramiento genético del cacao han permitido obtener cruces de buen rendimiento y resistencia a las enfermedades locales. Estos cruzamientos se realizan entre clones tolerantes a las principales enfermedades con materiales altamente productivos. Los híbridos resultantes heredan las características deseadas, pero también la incompatibilidad.

En el país se recomienda utilizar como material de siembra una mezcla de semillas provenientes de cruces entre clones introducidos por clones locales, para asegurar una mayor polinización cruzada, efectuada por los insectos; sin embargo, se desconoce la compatibilidad sexual de los

clones utilizados en dicha mezcla. El objetivo del trabajo fue determinar la autocompatibilidad sexual de 38 clones introducidos y 22 clones locales utilizados para los cruzamientos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo en 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 1450mm y temperatura promedio de 26.2 °C. Se realizó durante el período 2002 – 2003.

Se consideró cada clon como un experimento, utilizando diseño experimental de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 10 repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: T1= Flores polinizadas con su propio polen, T2= Flores polinizadas con polen del mismo árbol, pero no de la misma flor, T3= Flores polinizadas con polen del árbol del lado, pero del mismo clon.

Se seleccionaron los botones florales que abrirían al día siguiente. Estos se aislaron con un tubo plástico transparente, el cual posee en un extremo una malla fina que evita la entrada de insectos y deja penetrar la luz. En el otro extremo contiene plasticina o masilla utilizada para adherir el tubo al árbol. Al día siguiente, cuando la flor estaba abierta, se procedió a polinizarla según los tratamientos descritos, luego se volvió a proteger la flor con el tubo y se evaluó su fecundación a los 15 días después de la polinización.

La variable medida fue número de frutos formados a los 15 días después de la polinización para determinar la autocompatibilidad de los clones. Se consideró un clon autocompatible cuando tenía más del 30% de los frutos formados a los 15 días.

Se realizó análisis de homogeneidad, normalidad y Chi cuadrado, mediante el programa estadístico computarizado SAS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Según los resultados del análisis de Chi cuadrado se encontró que no existe diferencias estadísticas significativas entre los polen con relación a los clones en estudios con probabilidad de 0.3239. Cuadro 1.

Cuadro 1. Número y porcentaje de frutos formados por clones a los 15 días de polinizados

Clones	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	% frutos formados
ML-107	0	0	1	3.33
ML-102	1	0	0	3.33
ML-106	0	0	1	3.33
ML-73	8	9	1	60.00
ML-67	0	1	0	3.33
SIAL-98	0	6	7	43.33
UF-668	0	1	1	6.67
GS-36	0	2	1	10.00
ICS-95	4	6	8	60.00
EET-103	0	0	2	6.67
SPA-9	0	1	0	3.33
SIAL-325	7	7	7	70.00
SIC-1	6	5	5	53.33
ICS-8	7	6	6	63.33
EET-400	1	0	1	6.67
SNK-12	0	1	0	3.33
UF-168	2	0	0	6.67
ML-64	2	1	4	23.33
ICS-1	1	1	0	6.67
UF-221	7	8	6	70.00

**Nota:** Los clones faltantes no tuvieron frutos formados a los 15 días

De acuerdo al porcentaje de frutos formados de los 60 clones evaluados 20 clones resultaron con frutos formados a los 15 días, de los cuales 7 son auto-compatibles con mas de 30% de frutos formados. Figura 1. Los restantes 53 clones resultaron auto incompatibles. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en trabajos anteriores realizados en Pichilingue por Decaer 1956; Moreno 1970 y Enríquez 1981, utilizando algunos de estos clones.

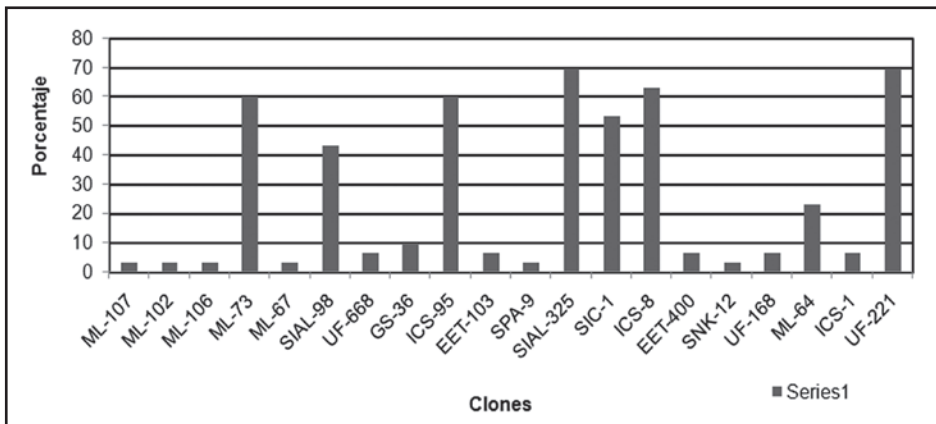


Figura 1. Porcentaje de frutos formados a los 15 días por clones

**Nota:** Los clones faltantes no tuvieron frutos formados a los 15 días

## CONCLUSIÓN

Los clones que resultaron autocompatibles fueron: ML-73; UF-221; ICS-8, ICS-95; SIAL-98, SIAL-325 y SIC-1.

## REFERENCIAS

- Decaer, H. G. 1956. Estudios de Autocompatibilidad en Cruces para Determinar los Hábitos de Polinización de los Clones de Cacao de la EET- Pichilingue. Tesis Ing. Agr., Guayaquil, Ecuador, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Guayaquil.
- Enríquez, G. A. 2004. Cacao Orgánico. Guía para Productores Ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.
- Enríquez, G. A. 1981. La Incompatibilidad en Cacao. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Divulgativo no. 3.
- Moreno, Z. M. 1970. Determinación de la Autocompatibilidad y la compatibilidad Cruzada de Sesenta Clones de Cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr., Guayaquil, Ecuador, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Guayaquil.





**RESISTENCIA A MAZORCA  
NEGRA (*Phytophthora  
palmivora*) DE 21 CLONES  
LOCALES DE CACAO  
(*Theobroma cacao* L.)**

**J. L. González  
M. Ventura**

## RESUMEN

En la República Dominicana los trabajos de selección se iniciaron en la década del 80 donde resultaron seleccionados 21 clones locales, los cuales se utilizan en hibridación con clones importados. Estos materiales no han sido debidamente caracterizados y se desconoce su resistencia y susceptibilidad a la enfermedad mazorca negra, única de importancia económica en el país. Para la producción de híbridos es importante utilizar material genético de buen rendimiento, calidad y resistencia enfermedades. Se realizó una investigación en la Estación Experimental Mata Larga con el objetivo de determinar el nivel de resistencia o susceptibilidad a *Phytophthora* en el campo. Se utilizó un diseño completamente al azar con 21 tratamientos y cuatro repeticiones. Los clones estudiados fueron: Medio peso, Pepino, Genoveva-2, Genoveva-5, ML -1, ML- 16, ML-22, ML-46, ML-59, ML-64, ML-66, ML-67, ML-70, ML-71, ML-73, ML-75, ML-102, ML-103, ML-105, ML-106 y ML-107. En el laboratorio se hizo el aislamiento del hongo *phytophthora* en un medio artificial de cultivo (JZA). Se eligieron mazorcas sanas verde y se le hicieron dos inoculaciones con y sin heridas, colocando un disco de micelio de 5.0 mm de diámetro cerca del pedúnculo y en la punta. A las mazorcas se le colocó una bolsa conteniendo un poco de agua, la cual fue cerrada herméticamente. Las evaluaciones se realizaron cada 24 horas durante tres días consecutivos. Los clones que mostraron menor tamaño de lesión fueron Medio peso y ML-66, lo que indica mayor resistencia al hongo *phytophthora*.

## INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana las plantaciones de cacao son afectadas por la enfermedad conocida como Mazorca negra causada por el hongo *Phytophthora palmivora*. Esta enfermedad es la de mayor incidencia en el país y ocasiona las mayores pérdidas económicas. Cuando las condiciones son favorables para su desarrollo (alta pluviometría, exceso de sombra, suelos inundados), los daños oscilan entre 10 y 60%. Para el 1989 se reportaron fincas con ataque hasta de un 80%. A nivel nacional se registró una disminución en la producción de alrededor de 6,000 tm, equivalente a un 12% de la producción (Javier *et al.* 1989).

La distribución de materiales susceptibles, por falta de caracterización, contribuye a la incidencia de la enfermedad. Se desconoce la resistencia o susceptibilidad a la enfermedad mazorca negra de los materiales que se distribuyen. Debido a esto se realizó una investigación con el objetivo de determinar la resistencia o susceptibilidad a Mazorca negra de 21 clones locales de cacao. Estos clones han sido seleccionados por su alta

productividad y son utilizados para la producción de las semillas híbridas que son distribuidas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó en 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 promedio anual de 1450 mm y temperatura promedio anual de 26.2 °C. Se realizó en el año 2003.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones y 21 tratamientos.

Los tratamientos utilizados fueron: T1 Medio peso, T2 Pepino, T3 Genoveva-2, T4 Genoveva-5, T5 M L-1, T6 M L-16, T7 M L-22, T8 M L-46, T9 M L-59, T10 M L-64, T11 M L-66, T12 M L-67, T13 M L-70, T14 M L-71, T15 M L-73, T16 M L-75, T17 M L-102, T18 M L-103, T19 M L-105, T20 M L-106, T21 M L-107.

La variable evaluada fue tamaño de la lesión en la mazorca, calculando el promedio entre las medidas del largo y ancho de la misma a las 24, 48 y 72 horas.

Se aisló el hongo en un medio artificial de cultivo de jugo de zanahoria más agar (JZA), el cual se colocó en un incubador durante siete días a temperatura de 28 °C para facilitar el desarrollo de las colonias. Se inocularon las mazorcas. A los datos se le realizó prueba de homogeneidad y normalidad. Para la separación de media se aplicó Kruskal Wallis ( $p \leq 0.05$ ). Los datos fueron transformados con raíz cuadrada de un medio.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de varianza presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. A las 24 horas los tratamientos que mostraron lesiones fueron T2, T19 y T21; encontrándose diferencias estadísticas significativas con relación a los demás ( $p < 0.0186$ ).

A las 48 horas se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los que presentaron menor tamaño de lesión fueron T1, T11 y T13. ( $p < 0.0001$ )

A las 72 horas mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. Los que resultaron con menor tamaño de lesión fueron T1, T11 y T6. ( $p < 0.0001$ ) (Tabla 1).



Tabla 1. Separación de medias para el tamaño de la lesión a la 24, 48 y 72 horas por tratamientos.

Tratamientos	Medias (mm)					
	24 horas		48 horas		72 horas	
T12) ML-67	0.00	A	13.188	ABCD	20.000	ABC
T6) ML-16	0.00	A	11.688	ABC	13.313	A
T13) ML-70	0.00	A	11.563	AB	17.625	ABC
T8) ML-46	0.00	A	16.313	ABCDE	21.188	ABCD
T11) ML-66	0.00	A	8.875	A	12.813	A
T10) ML-64	0.00	A	22.188	EFGH	26.188	BCDEFG
T9) ML-59	0.00	A	20.425	DEFGH	21.125	ABCD
T14) ML-71	0.00	A	19.188	BCDEFGH	25.700	BCDEFG
T5) ML-1	0.00	A	17.000	ABCDEF	21.438	ABCD
T1) Medio peso	0.00	A	6.625	A	11.125	AB
T16) ML-75	0.00	A	19.688	CDEFGH	35.813	FG
T15) ML-73	0.00	A	16.688	ABCDE	21.875	ABCD
T18) ML-103	0.00	A	16.000	ABCDEFG	22.563	ABCDE
T17) ML-102	0.00	A	21.563	EFGH	30.438	CDEFG
T4) Gen-5	0.125	AB	18.938	ABCDEFGH	22.463	ABCDEF
T7) ML-22	0.500	AB	21.313	EFGH	26.375	CDEFG
T20) ML-106	0.625	AB	19.563	BCDEFGH	53.875	G
T3) Gen-2	0.875	AB	25.263	H	33.863	DEFG
T21) ML-107	1.438	AB	19.813	DEFGH	55.625	G
T19) ML-105	2.375	AB	23.093	FGH	27.750	CDEFG
T2) Pepino	5.000	B	23.900	GH	33.188	EFG

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que los clones que mostraron menor grado de lesión fueron ML-16, ML-66 y Medio Peso; en cambio los que mostraron mayor tamaño de lesión fueron ML106, ML107 y Pepino (Figura 1).

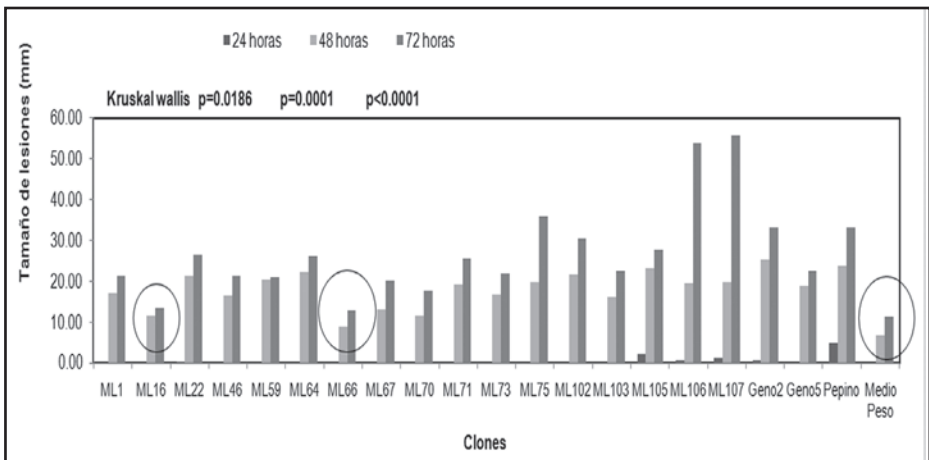


Figura 1. Tamaño de lesión por Phytophthora en mazorcas de clones de cacao

## **CONCLUSIONES**

Los clones que mostraron menor tamaño de la lesión y por ende mayor resistencia a Mazorca negra a través del tiempo fueron Medio peso y ML66.

## **REFERENCIAS**

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

Javier S. et al. 1989. Pudrición Parda de la Mazorca, Principal enfermedad del Cacao en República Dominicana. Centro Nacional de Desarrollo Tecnológico del Cacao, CENDETECA, San Fco de Macorís República Dominicana.





**EVALUACIÓN DE PATRONES EN LA INJERTÍA DE  
PLÁNTULAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)  
A NIVEL DE VIVERO**

**A. González  
J. González  
M. Ventura**

## RESUMEN

Las plantaciones de cacao en la República Dominicana poseen rendimientos promedios de 436 kg/ha, esto se considera bajo, con relación al potencial del cultivo (POA 2005). Esto es debido principalmente a la avanzada edad de las plantaciones, inadecuado manejo agronómico y mezcla de material genético. A nivel de vivero, la producción de cacao clonal muestra bajos niveles de prendimiento (menos de 40%) debido al uso de patrones inadecuados. La selección de patrones adecuados para la propagación de plantas por medio de la injertía garantiza una mayor disponibilidad de plantas sanas para el fomento de plantaciones clonales, que permitan altos rendimientos y excelente calidad. En tal sentido se realizó una investigación con la finalidad de determinar los patrones adecuados para la propagación asexual del cacao a nivel de vivero. Se llevó a cabo en el vivero de la Asociación Productores de Cacao del Cibao (APROCACI), Provincia Salcedo, República Dominicana. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1) selección local, T2) ICS-39, T3) ML-4, T4) Pound-7, T5) IML-44, T6) UF-613, T7) Catongo, T8) Pound-12, T9) UF-296, T10) EET-103, T11) IMC-67, T12) IML-89. Se midieron las variables número de injertos prendidos, altura de los brotes y diámetro de los brotes. De acuerdo a los resultados el mayor número de injertos prendidos se obtuvo en los tratamientos 11 y 4.

## INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de cacao en la República Dominicana poseen rendimientos promedios de 436 kg/ha, esto se considera bajo, con relación al potencial del cultivo (POA 2005). Esto es debido principalmente a la avanzada edad de las plantaciones, inadecuado manejo agronómico y mezcla de material genético.

El injerto es un método eficiente de propagación vegetativa, que asegura mejor producción de cacao en cantidad y calidad. Además promueve la rehabilitación y/o renovación de plantaciones viejas, debilitadas e improductivas. Se considera una herramienta valiosa del mejoramiento genético, ya que favorece la conservación de árboles precoces, tolerantes a plagas y enfermedades (Paredes, 2000).

A nivel de vivero, la producción de cacao clonal muestra bajos niveles de prendimiento (menos de 40%) debido al uso de patrones inadecuados. La selección de patrones adecuados para la propagación de plantas por medio de la injertía garantiza una mayor disponibilidad de plantas sanas para el fomento de plantaciones clonales, que permitan altos rendimientos

y excelente calidad. En tal sentido se realizó una investigación con la finalidad de determinar los patrones adecuados para la propagación asexual del cacao a nivel de vivero.

## **MATERIALES Y METODOS**

La investigación se realizó en el vivero de la Asociación Productores de Cacao del Cibao (APROCACI), Provincia Salcedo, localizada a los 19° 18' 30" latitud Norte y a los La pluviometría promedio anual de la zona es de 1349.1mm. Se realizó en el período 2003 - 2004.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Cada tratamiento constaba de 20 injertos. Los tratamientos fueron: T1 nativo; T2 ICS-39, T3 ML-4, T4 Pound-7, T5 IML-44, T6 UF-613, T7 Catongo, T8 Pound-12, T9 UF-296, T10 EET-103, T11 IMC-67 y T12 IML-89. Las variables estudiadas fueron: número de injertos prendidos, altura de los brotes (cm) y diámetro de los brotes (mm). El número de injertos prendidos se evaluó a los 30 días después de injertados y las demás variables a los 90 días.

Para la producción de las plántulas usadas como patrón (o porta injerto), se seleccionaron mazorcas maduras de los clones usados como tratamientos. Se les extrajeron las semillas, se lavaron y colocaron a germinar en una cámara húmeda de papel periódico. Las semillas germinadas se sembraron en bolsas de polietileno conteniendo suelo fértil. Cuando las plántulas tenían 4 meses de edad se procedió a realizar los injertos. Las yemas se colectaron de árboles del clon UF-677. El tipo de injerto utilizado fue de U invertida y para el amarre se usó cinta plástica transparente. Se aplicó riego a las plántulas antes de realizar el injerto y luego 10 días después de injertadas.

Se realizaron análisis de normalidad, homogeneidad y de varianza. Las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la variable prendimiento el análisis de los datos no arrojó diferencias estadísticas significativas ( $p=0.2346$ ). El mayor número de injerto prendidos de registró en los tratamientos 11 y 4 con medias de 18.33 y 18.00 (Cuadro 1).

Con relación a la altura existe diferencias estadísticas entre el tratamiento 2 con los tratamientos 4, 5, 7, 9 y 10 Tukey 5%.

En la variable diámetro de la base de los injertos los análisis muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudios a Tukey 5%, Cuadro 1.

Cuadro 1. Medias y desviación estándar de las variables prendimiento, altura y diámetro

Trats.	Injertos prendidos		Altura (cm)		Diámetro (mm)	
	Medias	Desviación estándar	Medias	Desviación estándar	Medias	Desviación estándar
1	15.66 A	0.50461206	23.34 AB	15.2752523	5.28 A	3.70027476
2	11.00 A	0.28930952	14.66 B	21.7944947	4.45 A	2.62709599
3	14.00 A	0.61889687	21.27 AB	21.7944947	5.24 A	3.61713054
4	18.00 A	0.47159304	23.60 A	5.0000000	5.58 A	1.78034641
5	12.00 A	0.29103264	24.61 A	13.2287566	6.16 A	1.59653792
6	17.00 A	2.56195889	21.83 AB	15.0000000	6.95 A	0.86694867
7	15.33 A	0.32924155	25.87 A	10.4083300	5.97 A	3.09448434
8	13.66 A	0.66108497	22.80 AB	12.5830574	5.10 A	3.38238575
9	17.33 A	0.24337899	25.31 A	7.6376262	5.49 A	3.71365498
10	13.66 A	0.26006409	25.42 A	25.6580072	5.26 A	3.15794765
11	18.33 A	0.27073973	19.57 AB	10.4083300	5.23 A	4.56061765
12	14.33 A	0.37722672	20.08 AB	27.5378527	4.86 A	2.77728284

## CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se concluye que los mejores clones para patrones son Pound-7 e IMC-67.

## REFERENCIAS

- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Plan Operativo, Programa de Cacao 2005. Santo Domingo, República Dominicana. 48 P.
- Paredes, M. A. 2000. Rehabilitación – Renovación en cacao. Winrock Internacional-USAID, convenio USAID-CONTRADOGAS. Lima, Perú. 57p.



**EFFECTO DEL USO DE  
ABONOS ORGÁNICOS  
EN EL RENDIMIENTO  
DEL CACAO  
(*Theobroma cacao* L.).**

**A. María  
E. Reyes**



## RESUMEN

El cacao es uno de los cultivos de importancia económica, social y ecológica en la República Dominicana. Existen 40,000.00 productores, y de este cultivo dependen de una manera directa e indirecta unas 300,000 personas y representa junto al café el 25 % de la cobertura boscosa del país. Además genera unos 55 millones de dólares anuales por concepto de exportación (SEA, 1997). La República Dominicana tiene grandes oportunidades de aprovechar la demanda creciente de cacao orgánico en nichos especiales. Sin embargo esta oportunidad está limitada por problemas de baja productividad, que impide colocar los volúmenes requeridos por esos mercados. Se realizó una investigación con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos en el rendimiento del cacao. El estudio se llevó a cabo en una plantación de cacao híbrido en producción, con 10 años de edad, ubicada en La Peña, San Francisco de Macorís, Provincia Duarte. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos (T1 Testigo, T2 Cáscara de arroz, T3 Cáscara de cacao, T4 Estiércol de vaca, T5 Gallinaza y T6 Pulpa de café) y cuatro repeticiones. Se aplicó una fertilización anual con  $0.021\text{m}^3$  de abono orgánico por planta durante los cuatro años del experimento. Los materiales se aplicaron alrededor de las plantas, retirando los residuos vegetales existentes en el suelo. El rendimiento se determinó, mediante el peso del cacao fresco ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), multiplicado por un índice de conversión establecido (0.38), para expresarlo en peso seco. En todos los años evaluados los datos analizados mostraron diferencias estadística significativas. Los que presentaron los mayores rendimientos fueron el estiércol de vaca y la gallinaza. El uso de materiales orgánicos de origen animal o vegetal aumentan significativamente los rendimientos del cacao, por lo que recomendamos su uso en la producción orgánica de cacao.

## INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los cultivos de importancia económica, social y ecológica en la República Dominicana. Existen 40,000.00 productores ,de este cultivo dependen de manera directa e indirecta unas 300,000 personas y representa junto al café el 25 % de la cobertura boscosa del país. Además genera unos 55 millones de dólares anuales por concepto de exportación (SEA, 1997)

Una de las causas directas del bajo nivel de ingresos de los cacao cultores dominicanos es la baja productividad  $436\text{--}500 \text{ kg ha}^{-1}$ , (POA 2005). Se considera que esta situación se debe a diversos factores como son: selección inapropiada del material de siembra y un manejo inadecuado de las plantaciones, específicamente, en lo referente a la fertilización.

La República Dominicana tiene grandes oportunidades de aprovechar la demanda creciente de cacao orgánico en nichos especiales. Sin embargo esta oportunidad está limitada por problemas de baja productividad, que impide colocar los volúmenes requeridos por esos mercados.

En el país la mayoría del cacao se produce sin la incorporación de insumos. Sin embargo, se conoce que con la aplicación de abonos orgánicos se incrementa significativamente la productividad de cacao (Chepote 1996). Por tal razón, se desarrolló una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos en el rendimiento del cacao.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en una plantación de cacao híbrido en producción, con 10 años de edad ubicada en La Peña, San Francisco de Macorís, Provincia Duarte (19° 18' 30" Latitud Norte y 70° 12' 27" Longitud Oeste), con pluviometría promedio anual de 1,450 mm, temperatura promedio de 26.2 °C y altitud 110 msnm.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos (T1 Testigo, T2 Cáscara de arroz, T3 Cáscara de cacao, T4 Estiércol de vaca, T5 Gallinaza y T6 Pulpa de café) y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 48 plantas. La variable evaluada fue el rendimiento en peso seco.

Se realizó una fertilización anual de 0.021m<sup>3</sup> de abono orgánico por planta durante los cuatro años del experimento. Los materiales se aplicaron alrededor de las plantas, retirando los residuos vegetales existentes en el suelo.

El rendimiento se determinó, mediante el peso del cacao fresco (kg ha<sup>-1</sup>), multiplicado por un índice de conversión establecido (0.38), para expresarlo en peso seco.

Se realizaron análisis de homogeneidad, normalidad y de varianza. Las medias de los tratamientos fueron comparadas con Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Se utilizó el paquete estadístico SAS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el análisis de los datos en el primer año se encontró diferencias estadísticas altamente significativa con ( $p < 0.0001$ ). Los tratamientos 4 y 5, se igualaron estadísticamente y fueron los que obtuvieron mayor

rendimiento con 358 y 309 kg/ha respectivamente. No obstante podemos observar que el T1 se igualó a los demás tratamientos, superando el T6, Cuadro 1.

En el segundo año el análisis de los datos mostró que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos con ( $p < 0.0001$ ), se observa la misma tendencia, pero podemos ver que hay un incremento significativo en los rendimientos. El T4 casi triplica la cantidad producida el año anterior, evidenciando de esta forma el efecto de los materiales sobre los rendimientos del cacao, Cuadro 1.

El tercer año muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos con ( $p < 0.0001$ ). Todos los tratamientos muestran un incremento en los rendimientos, donde el T4 sigue superando a los demás, Cuadro 1.

En el cuarto año el análisis de los datos mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con ( $p < 0.0004$ ). Se observa una disminución general de los rendimientos en todos los tratamientos esto influenciado por el paso del huracán Jenne. A pesar de esto el T4 supera los rendimientos de los demás tratamientos. Cuadro 1.

Cuadro 1. Promedios de rendimientos en ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y separación de medias por años

Tratamientos	Primer año		Segundo		Tercer		Cuarto	
<b>T4-Estiercol de vaca</b>	358.55	A	915.64	A	1421.99	A	965.58	A
<b>T5-Gallinaza</b>	309.03	AB	781.91	AB	1304.95	A	840.34	AB
<b>T1-Testigo</b>	267.47	BC	693.82	BC	1223.71	AB	765.08	AB
<b>T3-Cáscara de cacao</b>	260.39	BC	654.09	BC	1190.13	AB	752.56	B
<b>T2-Cáscara de arroz</b>	253.26	BC	586.98	C	1061.78	BC	663.34	B
<b>T6-Pulpa de café</b>	227.21	C	575.85	C	938.76	C	644.05	B
<b>Probabilidad</b>	<.0001		<.0001		<.0001		<.0004	

\* significativo al 5 %

## **CONCLUSIÓN**

El uso de materiales orgánicos de origen animal o vegetal aumentan significativamente los rendimientos del cacao.

Los materiales orgánicos que presentaron los mayores incrementos en el rendimiento fueron el estiércol de vaca y la gallinaza.

## **REFERENCIAS**

Chepote, RE. 1996. Efecto del abono a base de la cáscara del fruto de cacao sobre el crecimiento y la producción de cacao. CEPLAC / CEPEC / SENUP, C. P. 7, 45600-000, Itabuna Bahía Brasil. In (12) Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, Salvador, Bahía, Brasil. Pág. 759, 1119p.

IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Plan Operativo, Programa de Cacao 2005. Santo Domingo, República Dominicana. 48 P.

Secretaría de Estado de Agricultura, censo agropecuario 1997.





**EVALUACIÓN DE MATERIALES  
ORGÁNICOS PARA EL  
CONTROL DE RATAS (*Rattus  
rattus*) EN FINCAS DE  
PRODUCTORES DE CACAO  
(*Theobroma cacao* L.)**

**J. L. González  
A. González**

## RESUMEN

El cacao es uno de los rubros agrícolas más importantes en la República Dominicana, tanto en lo económico, ecológico y social. La extensión cultivada es de 152,600.57 hectáreas constituyendo junto con café el 25% de la cobertura boscosa del país y genera más de US\$55,000,000 anuales en la última década. (SEA, 2005). La producción nacional de cacao orgánico es de 11,000 tm por año, siendo el país el mayor productor del mundo. La producción orgánica es importante porque permite aprovechar nichos de mercados diferenciados. Sin embargo, este sistema de producción es afectado por la incidencia continua de ratas, que es una de las plagas que causan mayores pérdidas económicas al productor. En el 2002 las pérdidas causadas por ratas (*Rattus rattus*) ascendieron a unos 300,000 qq, equivalente a un 20% de la producción nacional (Rizek 2002). Se llevó a cabo en fincas de productores. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron semilla de aguacate (*Persea americana*) más maíz molido, copra de coco (*Cocus nucifera*) con sal y copra de coco hervido con sal. Se realizaron dos evaluaciones de cosechas. De acuerdo a los resultados se pudo observar bajo las condiciones de este experimento, que los tres tratamientos utilizados surtieron un efecto positivo en el control de las ratas.

## INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los rubros agrícolas más importantes en la República Dominicana, tanto en lo económico, ecológico y social. La extensión cultivada es de 152,600.57 hectáreas constituyendo junto con café el 25% de la cobertura boscosa del país y genera más de US\$55,000,000 anuales en la última década. (SEA, 2005).

La producción nacional de cacao orgánico es de 11,000 ton por año, siendo el país el mayor productor del mundo. La producción orgánica es importante porque permite aprovechar nichos de mercados diferenciados. Sin embargo, este sistema de producción es afectado por la incidencia continua de ratas, que es una de las plagas que causan mayores pérdidas económicas al productor. En el 2002 las pérdidas causadas por ratas (*Rattus rattus*) ascendieron a unos 300,000 qq, equivalente a un 20% de la producción nacional (Rizek 2002).

Según Polanco (1994), las ratas ocasionan pérdidas por consumo, contaminación y destrucción. Se considera que por cada parte vegetal consumida, las ratas dañan y contaminan más del doble. Tradicionalmente su control se hace a través de productos químicos, pero esto limita

la producción de cacao orgánico. De ahí la necesidad de seleccionar materiales orgánicos para disminuir la población de ratas.

De acuerdo con la información disponible hasta el momento, los roedores más importantes en América Latina son los cosmopolitas *Rattus rattus*, *R. norvegicus* y *Mus musculus* de la familia Muridae. Los factores limitantes de las poblaciones de roedores son comida, refugio, enfermedades, competencia y rapiña. Los métodos para control de roedores se pueden clasificar en tres categorías generales que son: métodos físicos, biológicos y químicos. Donald, 1984

Roland Bunch, citado por ECHO's (sin fecha) utilizó el madero negro o piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para el control de ratas en Honduras. No resultó tan efectivo como los raticidas comerciales, pero es menos letal para los humanos. Harry Hockman, 1966 citado por ECHO's (sin fecha) afirma que el uso de *G. sepium* es común en América Central como rodenticida e insecticida.

No existen datos científicos en el país que muestren un control orgánico eficiente de las ratas al nivel de campo. Por esta razón se evaluó la efectividad de tres materiales orgánicos para el control de ratas con el fin de contribuir a disminuir las pérdidas ocasionadas por éstas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta Investigación se realizó en tres fincas de productores de cacao de las provincias Duarte y Salcedo, República Dominicana. Se llevó a cabo en el período marzo a junio del 2005. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos. Cada finca constituyó una repetición.

Los tratamientos evaluados se describen a continuación:

Tratamiento 1 = 10 g de semilla de aguacate rallada + 20g de maíz molido

Tratamiento 2 = 100g de copra de coco seco rallada + 50g de sal hervido en un litro de agua por 30 minutos.

Tratamiento 3 = 100g de copra de coco seco rallada + 50g de sal

Los tratamientos se aplicaron cada cuatro plantas en hileras intercaladas, en una hectárea por tratamiento. Después de aplicados los tratamientos, se realizaron dos evaluaciones a los 22 y 44 días. Se determinó el porcentaje de mazorcas afectadas por ratas.



Los datos fueron transformados por raíz cuadrada (porcentaje de mazorca dañada por ratas). En el análisis de los datos se hicieron pruebas ortogonales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera evaluación se observa un 0.78% en el coco con sal hervido, 1.75% para el coco con sal sin hervir y 1.33 para la semilla de aguacate (Figura 1).

En la segunda evaluación el número de mazorca afectada por ratas para el tratamiento coco con sal hervido fue de 0.96%, para el coco con sal sin hervir 0.86% y para la semilla de aguacate 1.18% (Figura1).

Bajo las condiciones de este experimento no se detecto diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con una probabilidad de ( $p < 0.6824$  para datos transformados).

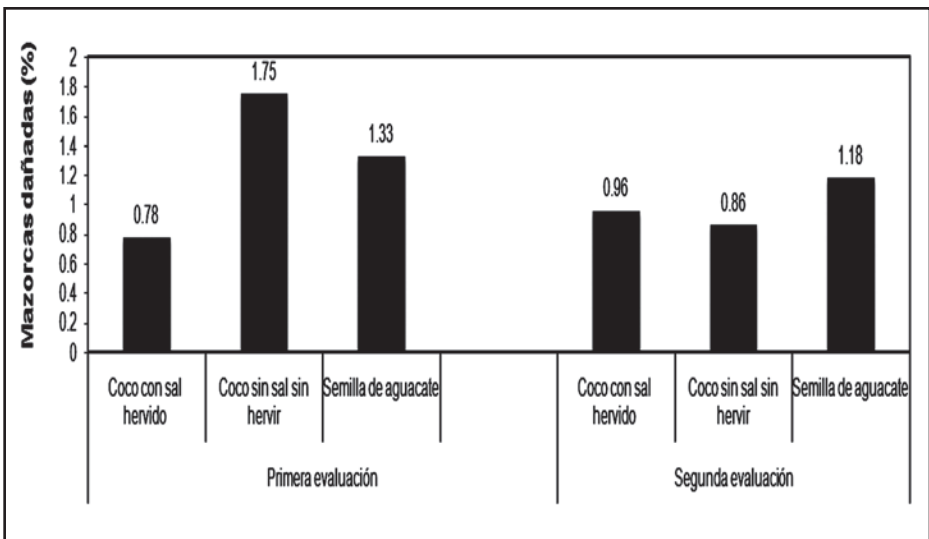


Figura 1. Efecto de materiales orgánicos en el control de ratas en cacao

## CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de este experimento, que los tres tratamientos utilizados surtieron un efecto positivo en el control de las ratas.

## REFERENCIAS

Donald, E (1984). Roedores como plagas de productos almacenados; Control y manejo. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, Chile.

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. Disponible en [http://www.echonet.org/tropicalag/knowledgebank/AZ\\_files/az\\_8\\_34.htm](http://www.echonet.org/tropicalag/knowledgebank/AZ_files/az_8_34.htm) Consultado el 20 de mayo 2003.

Informe Rizek. Día Nacional del Cacao. El Seibo, República Dominicana, 13 de agosto, 2002

Polanco, C. 1994. El cultivo de cacao y las ratas. *Revista El Cacaotalero*. Año VIII-No 16.

SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO) 2005. Departamento de Cacao. Volumen y valor de las exportaciones de cacao en grano.





**INFLUENCIA DE TIPOS DE SECADEROS EN LA  
CALIDAD DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

**J. L. Paredes  
M. Canals  
A. González  
O. Rodríguez  
A. Rodríguez<sup>1</sup>**

---

1 Técnico administrador del Bloque de Cacao No. 8 CONACADO

## RESUMEN

La calidad del cacao de la República Dominicana se considera uno de los aspectos más importante en el proceso de comercialización. Esta se logra mediante el manejo eficiente del proceso de fermentación y secado. La mejora de la calidad contribuye a incrementar la rentabilidad del producto. La calidad del cacao es afectada, debido a formas inadecuadas en el proceso de secado, básicamente en las etapas de mayor cosecha, que coincide con los periodos de alta precipitación. El objetivo fue evaluar la eficiencia de diferentes tipos de secaderos utilizados en el secado del cacao. La investigación se realizó en las instalaciones del bloque de cacaocultores No.8 de Castillo. Se utilizó un diseño en bloques al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1) Secadero piso de madera perforado (SPMP), T2) Secadero túnel sin ventilación soporte de metal cuadrícula plástica (STSVSMCP), T3) Túnel sin ventilación piso de cemento cuadrícula plástica (TSVPCCP), T4) Túnel ventilado soporte de metal cuadrícula plástica (TVSMCP). Los tratamientos 2 y 4, presentaron los valores de humedad del cacao mas elevado aunque fueron estadísticamente iguales. En cada secadero el valor de pH estuvo por debajo de 5.1. Los tratamientos 1 y 3, fueron donde se encontró los valores más alto de acidez total. En todos los tratamientos los niveles de acidez volátil y Nitrógeno amoniacal  $N(NH_3)$  fueron desde normal hasta excelentes. Las características organolépticas para los granos tostados y sin tostar, resultaron excelentes. De acuerdo a los resultados obtenidos los cuatros secaderos evaluados se consideran aceptable para mejorar el proceso de secado del cacao. Donde hubo mayor rapidez en el secado se genero mayor acidez de los granos. En los secaderos donde los pisos están más aislados de la superficie terrestre, el tiempo de secado es mayor.

## INTRODUCCIÓN

La exportación de cacao de la República Dominicana aporta cada año a la economía nacional unos US\$ 55 millones. Alrededor de 40,000 productores dependen de este cultivo, de los cuales cerca de 9000 son afiliados a diversas asociaciones (SEA, 2005). Para éstos la calidad es el aspecto más importante en la determinación del precio en los mercados que exigen productos diferenciados.

La operación de secado tiene como objetivo la reducción del contenido de agua en las almendras. Además permite que se desarrollen mecanismos de orden físico-químico, como la evaporación de ácido acético.

La calidad del cacao es afectada en el proceso de secado. Jorge (2003), sostiene que el secado es una operación importante para la obtener un

producto de calidad, en esta etapa se completan las reacciones oxidativas que dan lugar a los precursores de aromas y sabor. Para Osma y Guerrero (2004), el mecanismo del proceso del secado depende considerablemente de la forma de enlace de la humedad con el material; cuanto más sólido es el enlace, más difícil es el secado. El objetivo fue evaluar la eficiencia de diferentes tipos de secaderos utilizados en el secado del cacao.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las instalaciones del Bloque de Cacaocultores Número 8 de Castillo, Provincia Duarte, República Dominicana. Ubicado a los 19° 12' 34" Latitud Norte 70° 01' 26" Longitud Oeste. Con Pluviometría anual de 1699.3 mm. Figura 1.

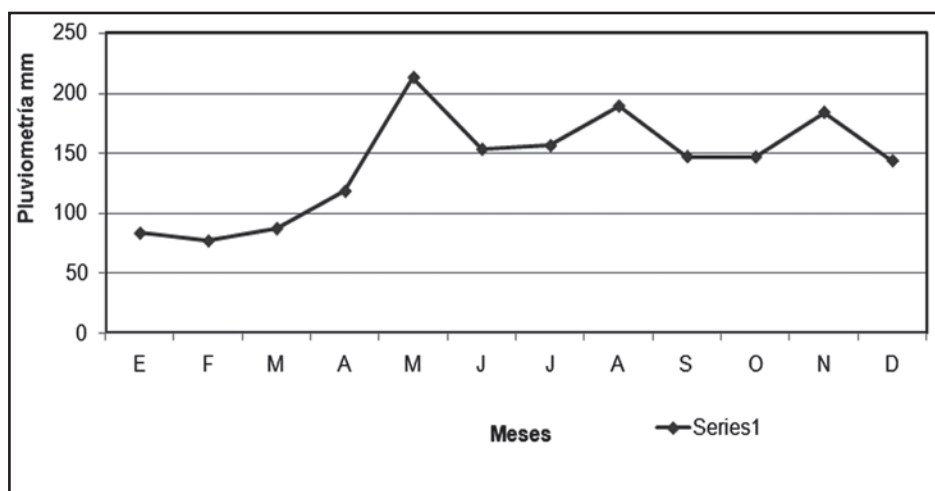


Figura 1. Distribución de la pluviometría en el municipio de Castillo

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 Carro piso de madera perforado (CPMP), T2 Carro túnel sin ventilación soporte de metal y cuadrícula plástica (CTSVMCP), T3 Túnel sin ventilación piso de cemento y cuadrícula plástica (TSVPCCP) y T4 Túnel ventilado soporte de metal y cuadrícula plástica (TVSMCP).

Se utilizó cacao fresco, con menos de seis horas entre el picado y la colocación en las cajas. Se transportó en sacos plásticos y se utilizaron cajas de madera para la fermentación con capacidad de 800 Kg, con secuencias de tres remociones cada 36 horas y cinco días. El secado se realizó en capas de dos pulgadas de espesor. El área total de cada secado fue de 187.8 m<sup>2</sup> (6.26 m\*30 m). Las variables estudiadas fueron: tiempo de secado, humedad (%), mohos (%), peso de las semillas, pH, acidez

total, acidez volátil, nitrógeno amoniacal, y análisis organolépticos de los granos tostados y sin tostar.

Para determinar el porcentaje de granos infectados por mohos, se realizaron pruebas de corte, tomando una muestra de 300 granos de cacao seco por unidad experimental. A los datos se le realizó prueba de normalidad, homogeneidad y análisis de varianzas. Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de rango múltiples de Duncan ( $P= 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo de secado en las estaciones secas, debe durar alrededor de siete días, aunque en condiciones adversas, esto puede tardar varios días más. Esta situación se pudo apreciar en el experimento, donde en algunos de los secaderos como Túnel ventilado soporte de metal cuadrícula plástica, el secado tardó mas de nueve días, Tabla 1.

Los resultados de la investigación se asemejan a los obtenidos en estudios realizados por (Paredes, Corno y González 2004), donde el secadero plástico mantuvo la humedad de los granos de cacao por debajo, del secadero de madera, pero tardan mas tiempo para terminar el secado.

Tabla 1. Tiempo de secado según secaderos

Tratamientos		Días de secado
1) CPMP	Carro piso de madera perforado.	9
2) CTSVSMCP	Carro túnel sin ventilación, soporte de metal y cuadrícula plástica.	9
3) TSVPCCP	Túnel sin ventilación, piso de cemento y cuadrícula plástica.	8
4) TVSMCP	Túnel ventilado, soporte de metal y cuadrícula plástica.	9.7

Se observo diferencias estadísticas en los valores de humedad con ( $P 0.0002$ ). Los secaderos Carro túnel sin ventilación soporte de metal cuadrícula plástica y Túnel ventilado soporte de metal y cuadrícula plástica, presentaron los valores de humedad mas elevados en los granos de cacao. Ambos tipos de secaderos son estadísticamente iguales con 7.3% y presentan características de infraestructura semejantes Tabla 2. En la comercialización del cacao dominicano, se exige un contenido de humedad que oscila entre 7 a 8%, (Acebey y Rodríguez, 2002).

En los demás secaderos el contenido de humedad fue menor, debido posiblemente a que tanto en el piso de madera como en el de cemento, hay mayor absorción de temperatura y concentración de calor. Estas condiciones se relacionan con los días de secado; según se aprecia en la Tabla 1, los secaderos donde los pisos están más aislados de la superficie terrestre, el tiempo de secado es mayor.

Desde el inicio el secadero que tiene como plataforma piso de cemento, mantuvo los niveles de humedad bajos, principalmente en los días de sol mas intenso, marcando un acelerado ritmo de secado. Los secaderos con mayor ventilación mantienen comportamientos similares uno del otro en presencia de días de lluvias y de menor temperatura, con una tendencia de secado estable. Figura 1.

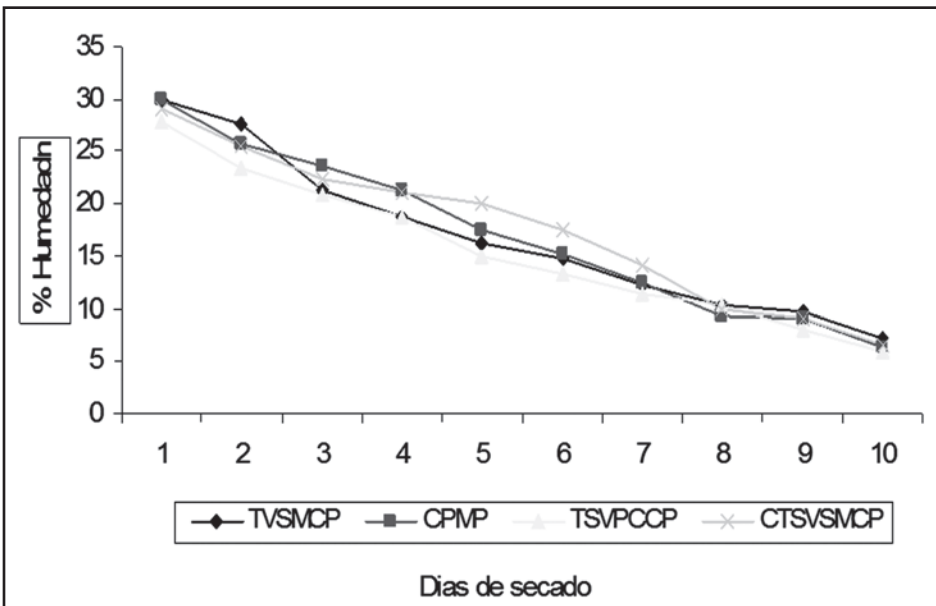


Figura 2. Humedad de los granos de cacao durante el proceso de secado

En relación a la variable porcentaje de mohos, no se observó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Tabla 2.

En el peso de las semillas no existe diferencias estadísticas significativas, sin embargo esta variable está influenciada por el contenido de humedad al final del proceso de secado.



Tabla 2. Niveles de Humedad, peso de 100 semillas, granos infectados

Tratamientos	Humedad	Moho	Peso de 100 semilla
CPMP	6.23 b	0.000 b	103.00 a
CTSVSMCP	7.26 a	1.333a	103.67 a
TSVPCCP	5.73 c	0.00 b	99.33 a
TVSMCP	7.33 a	0.700 ab	104.67 a

CPMP: Carro piso de madera perforado.

CTSVSMCP: Carro túnel sin ventilación, soporte de metal y cuadrícula plástica.

TSVPCCP: Túnel sin ventilación, piso de cemento y cuadrícula plástica.

TVSMCP: Túnel ventilado, soporte de metal y cuadrícula plástica.

En cada secadero los valores del pH presentaron rango entre 5.01 y 4.91 Tabla 3, los cuales están por debajo de los rangos reportados por Barel (1999), Acebey y Rodríguez (2002), quienes sostienen que el cacao fermentado debe presentar al final del secado un rango de pH, entre 5.1 y 5.7.

Los resultados de acidez total en base a pH7 y pH8, presentaron valores entre 2.3 y 4.5 que están entre los valores máximos permitidos para cacao bien fermentado y secado. Los secaderos Carro piso de madera perforado y Túnel sin ventilación piso de cemento cuadrícula plástica, fueron donde se encontraron los valores más alto de acidez total. La acidez del grano está relacionada con el secado, a mayor velocidad de secado mayor será la acidez. Tabla 3. Una acidez total fuerte indica acidez intrínseca elevada, que puede ser de origen varietal o la presencia de ácidos no volátiles. (Barel 2004).

Con relación a la acidez volátil, valores elevados indican presencia de ácidos no liberados; mientras que niveles bajos de acidez volátil, refleja eficiencia en proceso de secado. Para cacao bien fermentado y secado estos valores serán excelente, si oscilan entre 1 a 1.5, (Barel 2004). Los valores obtenidos concuerdan con estos rangos; además están por debajo de los establecidos por Postillón (sin fecha), de 4 a 5 días de fermentación, serán de 1.5 de acidez volátil.

Los resultados de N(NH<sub>3</sub>) son excelentes en todos los secaderos estudiados (318 a 357 ppm). Para cacao del África, los rangos oscilan entre 350 a 400 ppm (Barel 1999). Los valores de acidez volátil y nitrógeno amoniacal (N(NH<sub>3</sub>)) denotan fermentación acética aceptable en los cotiledones. Los valores obtenidos difieren con lo encontrado por (Postillón, sin fecha), en cacao fermentado de 4 a 5 días el valor de N(NH<sub>3</sub>) es de 220 a 250ppm.

Las características organolépticas para los granos tostado y sin tostar, resultaron excelentes en el secadero Túnel ventilado soporte de metal cuadrícula plástica (1.67 y 3.33). Sin embargo estuvieron aceptable bajo restricción en el secadero Carro piso de madera perforado (1.33 y 1.33). Los valores en los demás secaderos fueron normales de acuerdo a lo establecido por los laboratorios BC Belgium.

Tabla 3. Niveles de pH, Acidez total en pH7 y pH 8, organoléptico en semillas tostada y sin tostar, Nitrógeno amoniacal y Acidez volátil según tipo de secaderos

Tratamientos (Remociones)	pH	Acidez total Ph7	Acidez total Ph8	Acidez Volátil	N(NH3)	Sin tostar	Tostado
CPMP	4.91 a	2.5 a	4.4 a	1.23 a	318.00 a	1.33 b	1.33 ab
CTSVSMCP	5.01 a	2.3 a	4.1 bc	1.17 a	321.00 a	2.00 ab	2.00 b
TSVPCCP	4.91 a	2.5 a	4.5 ab	1.20 a	320.00 a	1.67 ab	2.33 ab
TVSMCP	4.96 a	2.5 a	4.1 c	1.17 a	357.33 a	3.00 a	3.33 a

## CONCLUSIÓN

Los secaderos con ventilación tanto en techo como en piso influyen en la velocidad del secado.

En los secaderos sin ventilación y el piso de cemento hubo menor tiempo de secado.

En los días de mayor precipitación los secaderos que poseen ventilación mantienen un secado continuo contribuyendo a disminuir las posibilidades de infección por mohos.

La velocidad del secado influyó en la calidad de los granos, donde hubo mayor rapidez en el secado generó mayor acidez total y volátil de los mismos.

Aunque el experimento se desarrolló en época de lluvia, los tipos de secaderos utilizados evitaron la putrefacción de los granos encontrándose valores importantes de N(NH3).


## RECOMENDACIONES

Se recomienda que los secaderos estudiados, sean tomados en cuenta en la búsqueda de alternativas de mejoramiento del secado del cacao.

Es necesario profundizar los estudios de estos y otros secaderos de coberturas y pisos plásticos con el fin de obtener mayor calidad del cacao.

## REFERENCIAS

- Acebey, G. y Rodríguez, A. 2002. Manual sobre el manejo post-cosecha de cacao. República Dominicana, CONACADO.
- Barel, M. 2004. Comentario sobre análisis del cacao. Montpellier, FR, CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement).
- Barel, M. 1999. Folleto Cocoa Botany. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Montpellier, Francia.
- Jorge, M. 2003. El beneficio del cacao. Revista Dulcelandia, 62 (745). Consultado 26 Enero 2003. Disponible en <http://www.manila.com.mx/revesep2002/beneficio-cacao.htm>
- Osma y Guerrero S. 2004. Aspectos teóricos de la operación de secado y su aplicación en productos sólidos. Monografía. Com
- Paredes, J.L. Corno, M., Gonzalez, A. Rodriguez, O, 2004. Evaluación de la calidad del secado de cacao en los secaderos translucido y el tipo autobús.
- Pontillon , J. Sinfecha. Cacao et chocolat: Colletión Sciences et Techniques Agroalimentairesona.486p.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO) 2005. Departamento de Cacao. Volumen y valor de las exportaciones de cacao en grano.



**CONTENIDO DE METALES PESADOS TÓXICOS (NÍQUEL,  
PLOMO, COBRE, CADMIO Y MANGANESO) EN EL CACAO  
DE LA PROVINCIA MONSEÑOR NOUEL**

**E. Reyes  
A. María**

## RESUMEN

La República Dominicana es el mayor productor de cacao orgánico del mundo. Se exporta exclusivamente a los mercados Europeos y Asiáticos. Los estándares de calidad pueden variar dependiendo del país, pero todos toman en consideración el contenido de metales pesados. La investigación se realizó durante el período mayo-diciembre 2002 en fincas cacaoteras orgánicas, ubicadas en el área de influencia de la mina de ferroníquel, Loma, La Peguera, al Este del municipio de Bonao, provincia Monseñor Nouel. Esta provincia posee más de 2,500 hectáreas de cacao. Se utilizó un diseño no experimental transversal. Se seleccionó una muestra probabilística en cada una de las asociaciones de cacaoteros orgánicos. El objetivo fue determinar el contenido de los metales pesados tóxicos en suelos, semillas frescas, almendras secas y cascarillas de cacao. Los resultados muestran que los niveles de níquel, plomo, cobre, cadmio y manganeso de las almendras secas se encuentran generalmente por debajo de los niveles máximos permisibles. En la mayoría de las asociaciones el níquel, cobre y cadmio de las muestras de suelo, muestran niveles elevados; aunque el níquel y cobre presentan un bajo porcentaje de disponibilidad para las plantas. En las cascarillas, la mayoría de las asociaciones presentan valores de metales pesados por encima de los reportados en almendras secas.

## 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  $5 \text{ g.cm}^{-3}$  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). Valores similares fueron reportados por Bowen (1979).

Tabla 1. Metales pesados en suelos y plantas terrestres

Elementos	Suelos mg/kg	Plantas terrestres mg/kg
Cadmio (Cd)	0.35	0.1-2.4
Cobalto (Co)	8.0	<1.0
Cobre (Cu)	30.0	5-15
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	1-5
Plomo (Pb)	35.0	1-13
Selenio (Se)	0.4	0.03
Zinc (Zn)	90.0	20-400
Arsénico (As)	6.0	0.2-7

Fuente: Más y Azcue 1993, citado 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 la Unión Europea

	UE	UE	Codex Alimentarius
Metal pesado	Productos alimenticios ppm	Almendras de cacao ppm	Almendras de cacao 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: INAGROSA, SA (1998-2001), Dand (1999)

La investigación se inició en fincas cacaoteras ubicadas en el área de influencia de la mina de ferróníquel. Esta mina a campo abierto está ubicada en la 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.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las plantaciones de cacao orgánico certificadas de la Provincia Monseñor Nouel (Figura 1). Ubicada entre 18° 54' N y 70° 23' O, con pluviometría promedio anual de 2,211 mm, temperatura promedio de 25.6 °C y altitud en el valle de 178 msnm. Se realizó durante el período mayo - diciembre del 2002.



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

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. El tamaño de la muestra se obtuvo con la fórmula siguiente (Krejcie y Morgan 1970):

$$n = \frac{5(p.q)N}{E^2(N-1) + 5.p.q}$$

n= Tamaño de la muestra  
N= Población  
p= 50% de la característica estudiada  
q= a 100-p (50)  
E= error muestral (5%)

Se tomó 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.



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

## Variables

Las 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.

Las muestras de suelos se tomaron a la profundidad de 0-35 cm. Las muestras de semillas frescas se tomaron de las 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 el espectrofotómetro de absorción atómica. Los totales se obtuvieron mediante el método digestión de ácido caliente ( $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ ) descrito por Amacher (1996); los metales pesados disponibles, mediante los métodos DTPA y TEA, descrito por Amacher (1996); y acetato de amonio pH 7.0  $\text{NH}_4\text{Oac}$ , descrito por Tan (1996).

Los datos se analizaron mediante t Student  $p \leq 0.05$ , con el paquete estadístico MSTATC.

## 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) y dentro del rango establecido por Bowen (1979). Estos valores eran de esperarse por la cercanía de las asociaciones a la mina de ferróníquel. Aunque había valores altos de níquel total en el suelo, el porcentaje de disponibilidad fue bajo (2.3 a 3.1 %).

Tabla 4. Contenido de níquel (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	183 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	2.7	11 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>
Arroyo Toro	137 <sup>a</sup>	3.7 <sup>b</sup>	2.7	7 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	32 <sup>a</sup>
Arroyo Dulce	109 <sup>a</sup>	3.1 <sup>b</sup>	2.8	4 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>
Los Bledos	95 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	2.6	8 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	34 <sup>a</sup>
El Progreso	19.5 <sup>c</sup>	0.6 <sup>c</sup>	3.1	6 <sup>b</sup>	4 <sup>c</sup>	13 <sup>b</sup>
San Martín	231 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	2.3	12 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>
Valor máx. admitido	50.0				40.0	

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 ferróníquel.

### 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) y dentro de lo establecido por Bowen (1979). 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 <sup>b</sup>	0.08 <sup>c</sup>	2.35	0.9 <sup>b</sup>	0.6 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>
Arroyo Toro	2.2 <sup>b</sup>	0.2 <sup>b</sup>	9.09	0.5 <sup>b</sup>	0.7 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
Arroyo Dulce	1.7 <sup>b</sup>	0.2 <sup>b</sup>	11.7	0.3 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>	0.3 <sup>b</sup>
Los Bledos	1.4 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>	7.14	0.9 <sup>b</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.3 <sup>b</sup>
El Progreso	11.0 <sup>a</sup>	0.6 <sup>a</sup>	5.45	2.0 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>
San Martín	2.3 <sup>b</sup>	0.04 <sup>c</sup>	1.74	1.0 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>
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), 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 ppm). Esto puede deberse a la deposición del polvillo que se libera en la mina de ferróniquel.

## Cobre

El contenido de cobre en suelos se encuentra por encima de los valores descritos por García y Dorronsor (2002) y dentro del rango establecido por Bowen (1979) en las asociaciones bajo estudio (Tabla 6). Sin embargo, el contenido disponible de cobre es muy bajo.

Tabla 6. Contenido de cobre (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	63 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	0.63	14 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	20 <sup>c</sup>
Arroyo Toro	37 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.00	18 <sup>a</sup>	18 <sup>b</sup>	30 <sup>b</sup>
Arroyo Dulce	33 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.00	18 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>
Los Bledos	31 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.03	18 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	25 <sup>b</sup>
El Progreso	56 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	0.72	21 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>
San Martín	68 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.29	18 <sup>a</sup>	16 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>
Valor máx. admitido	30.0				50.0	

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. (1998-2001) y 50.0 ppm para cacao, Dand (1999).

## 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 se considera alto, excepto en las asociaciones Progreso y San Martín, tomando como referencia esta relación en otros elementos. Hasta el 33.3% de cadmio total en suelos, se encuentra disponible para las plantas.

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

Asociaciones	Suelos			Semillas		Almendras
	total	disponible	%	frescas	Secas	cascarilla
Caribe	0.5 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	20	0.07 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>	0.3 <sup>b</sup>
Arroyo Toro	0.5 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	20	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>b</sup>	0.8 <sup>b</sup>
Arroyo Dulce	0.3 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	33	0.33 <sup>a</sup>	0.3 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>
Los Bledos	0.7 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	14	0.75 <sup>a</sup>	0.6 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>
El Progreso	0.5 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup>	2	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>
San Martín	0.0 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>
Valor máx. admitido	0.35				0.5	

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).

## 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, El Progreso sobrepasó dicho umbral. Del 4.4 al 7.3% de manganeso total en suelos, se encuentra disponible para las plantas.

Tabla 8. Contenido de manganeso (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	919 <sup>a</sup>	46 <sup>b</sup>	5.0	11 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	52 <sup>a</sup>
Arroyo Toro	893 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>	4.5	12 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>	31 <sup>b</sup>
Arroyo Dulce	764 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>	7.3	3.7 <sup>c</sup>	9.3 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>
Los Bledos	726 <sup>b</sup>	32 <sup>b</sup>	4.4	9.4 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	33 <sup>b</sup>
El Progreso	1,393 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	6.9	46 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	80 <sup>a</sup>
San Martín	898 <sup>a</sup>	58 <sup>b</sup>	6.5	23 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>
Valor máx. admitido	1,000					

Para las semillas frescas y secas, los mayores valores lo mostraron las asociaciones 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.

## 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; aunque el Níquel y Cobre presentan un bajo porcentaje de disponibilidad para las plantas.

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.

## **AGRADECIMIENTO**

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

## **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://edafologia,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 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.



## OFICINA CENTRAL SANTO DOMINGO

Calle Rafael Augusto Sánchez # 89, Ensanche Evaristo Morales

Santo Domingo, República Dominicana

Tel: 809-667-8993/ 809-683-2240 Fax: (809) 567-9199

E-mail: [idiaf@idiaf.org.do](mailto:idiaf@idiaf.org.do)Sitio Web: <http://www.idiaf.org.do>

## CENTRO NORTE

Imbert No. 5, Las Carolinas La Vega, República Dominicana

Tel: 809-242-2144 / Fax: 809-242-3345

E-mail: [cnorte@idiaf.org.do](mailto:cnorte@idiaf.org.do)

ISBN: 9945-8522-7-2