

AVANCES DE INVESTIGACION DEL PROYECTO DETERMINACION DE METALES CONTAMINANTES EN CULTIVOS DE EXPORTACION Y SU REPERCUSION SOBRE LA CALIDAD DE LOS MISMOS¹

Imelda Félix B², Francisco Mite³, Manuel Carrillo⁴ y Mariella Pino⁵

¹ Parte del proyecto Determinación de metales pesados ,que se realiza en el INIAP con financiamiento PROMSA.

² Ing.Agr. Investigador Asistente del Dpto. Nacional de Suelos y Aguas EET-P.- imelfe@hotmail.com

³ Ing.Agr. MSc. Líder del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas EET-P.

⁴ Ing.Agr. Investigador Agropecuario DNMSA- EET-P.

⁵ Becaria- Tesista DNMSA- EET-P.

INTRODUCCION

El entorno en que se desarrollan los cultivos se encuentran mayormente contaminados por la presencia de los metales pesados (MP), provocados principalmente por la explotación del petróleo, vertidos incontrolados de residuos en las industrias, quema de basuras urbanas, uso abusivo de pesticidas, etc. (**Adriano, 1986**).

Desde el punto de vista químico, el término metales pesados se aplica al grupo de elementos químicos con una densidad igual o superior a 5 gr cm⁻³ cuando esta en forma elemental o cuyo número atómico es superior a 20. Metales considerados pesados como el plomo (Pb), cadmio (Cd) y zinc (Zn) son tóxicos para la salud humana cuando se ingiere en cantidades superiores a las permisibles. Las plantas cultivadas en suelos con altas cantidades de metales pesados solubles, acumulan estos elementos en sus diferentes órganos vegetales y son transmitidos al cuerpo humano cuando son consumidos (**Underwood, E. J. 1962**).

Las concentraciones de metales pesados presentes en muchos cultivos pueden ser tóxicas para el organismo, por ejemplo el Cd, que al presentarse en valores superiores a 0.71; 8.1 ó 40 mg kg¹ en plantas de soya, afecta los riñones de mamíferos terrestres y personas adultas. (**Cole y Volper,1983**)

Por otro lado, algunos cultivos de exportación como el cacao, son secados en las orillas de carreteras sin el debido cuidado, por lo que se presume que sus almendras pueden ser contaminadas con Pb proveniente de la combustión de la gasolina que realizan los vehículos que circulan por las mismas.

En estos tiempos los países agro importadores exigen mayor calidad (sin residuos tóxicos). Además su presencia en cultivos puede constituirse en un impedimento a las exportaciones.

En síntesis, estamos ante un problema complejo en los cuales los agentes contaminantes son variados, las fuentes de procedencia son diversas y las vías o rutas seguidas por los diversos contaminantes, frecuentemente, escapan al control necesario para evitar efectos indeseados sobre el entorno natural.

Por los antecedentes mencionados y tomando en cuenta el riesgo que pueden causar en la salud de las personas y la economía del país, surgió la necesidad de desarrollar una investigación para determinar la presencia o no de los metales pesados (Cd, Zn y Pb) en los cultivos de exportación como cacao, café, plátano, palma africana y banano, en las distintas zonas productoras del país.

OBJETIVOS

Determinar la concentración de metales pesados (Pb, Cd, Zn) en zonas agrícolas de interés económico, así como la variación en las zonas con riego.

Determinar la dinámica de metales pesados (Pb, Cd, Zn) en la planta y especialmente en aquellos órganos vegetales destinados al consumo humano.

Evaluar el índice de contaminación por metales pesados y los factores que mayormente contaminan el sistema suelo-agua-planta.

MATERIALES Y METODOS

Con ayuda cartográfica se ubicaron 61 propiedades que presentaron peligro de contaminación (**Cuadro 1**), ya sea por encontrarse próximos a vías con alta circulación de automotores, botaderos de desechos urbanos, pozos y refinerías de petróleo.

Los rubros seleccionados para este trabajo fueron tomados en cuenta basándose en el número de hectáreas sembradas y su importancia económica que representan para el país, del mismo modo, el número de propiedades seleccionadas y muestreadas dependió del hectareaje de los principales cultivos de exportación como: cacao, café, plátano, palma africana y banano.

A los agricultores cuyas fincas fueron seleccionadas, se les realizó una encuesta, con el objetivo de tener información de las labores que realizan en sus cultivos y que pudieran influir en los resultados de cantidades de metales pesados.

Recolección de muestras

Suelo

Las muestras de suelos que sirvieron para efectuar los trabajos de laboratorio, se recolectaron en 61 fincas seleccionadas, las cuales se muestrearon al azar en los cultivos seleccionados, y que se encontraban en un radio de 1000 metros de las posibles fuentes de contaminación. Las muestras de suelo se las recolectó a una profundidad de 0-20 cm.

Análisis de Laboratorio.

Recolectadas las muestras de suelo, estas se llevaron al laboratorio del Departamento Nacional de Suelos y Aguas (DNMSA) de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EET-P) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en donde se les dió tratamiento previo como: secado, molienda y tamizado para los respectivos análisis.

A las muestras se les realizó la extracción y cuantificación de los metales potencialmente asimilables de Pb, Cd, Zn utilizando la metodología descrita por A.O.A.C. (1984).

Además de los análisis antes mencionados se realizaron análisis químico y físico como son: M.O, Textura, pH, N, P, K, Ca, Mg, microelementos Fe, Cu, Mn, Zn.

Cuadro 1. Numero de fincas muestreadas por provincias.

Provincias	Fincas muestreadas					TOTAL
	Cacao	Banano	Plátano	Palma	Café	
Esmeraldas	2	1	0	2	0	5
Manabí	2	0	2	0	2	6
Los Ríos	4	4	0	3	2	13
Guayas	4	3	0	0	0	7
El Oro	2	4	0	0	1	7
Pichincha	2	0	0	3	0	5
Sucumbios	3	0	0	2	1	6
Fco.Orellana	4	0	0	0	4	8
Zamora Chinchipe	2	0	0	0	2	4
TOTAL	25	12	2	10	12	61

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis químicos de Pb, Cd y Zn corresponden a diferentes fincas cacaoteras, bananeras, cafetaleras, palmeras y plataneras de las zonas agrícolas de importancia económica para el país,

indican que las concentraciones promedio de plomo, cadmio y zinc fluctuaron entre 0.023 a 4.52 ppm, 0.035 a 2.079 ppm y de 1.89 a 9.28 ppm en las provincias respectivas. (Ver Anexos 1, 2, 3)

En suelos donde se cultiva cacao (fig.1) los valores máximos de Pb fluctuaron entre 4.59 ppm, que correspondió a la provincia de El Oro; mientras que los valores mínimos fue de 0.39 ppm en la provincia de Fco.Orellana.

En suelos cafetaleros el contenido máximo de Pb fue de 4.7 ppm, en Zamora Chinchipe y el mínimo valor fue de 0.46 ppm, que correspondió Fco.Orellana.

El contenido de Pb en el cultivo muestreados de palma africana presentó un máximo de 1.47 ppm Sucumbios y el valor mínimo 0.24 ppm en la provincia de Esmeraldas.

El contenido de plomo en suelos bananeros muestreados tuvo valor máximo de 5.36 ppm, mientras que el mínimo fue de 0.55 ppm en la provincia de Los Ríos.

En suelos que se cultiva plátano tuvo un promedio máximo de 0.96 y un mínimo de 0.080 en la provincia de Manabí.

De acuerdo a **García y Dorronsoro 2000**, el nivel crítico de plomo en suelos agrícolas es de 50 ppm en plomo, observando los resultados los valores encontrados no sobrepasan los límites permisibles.

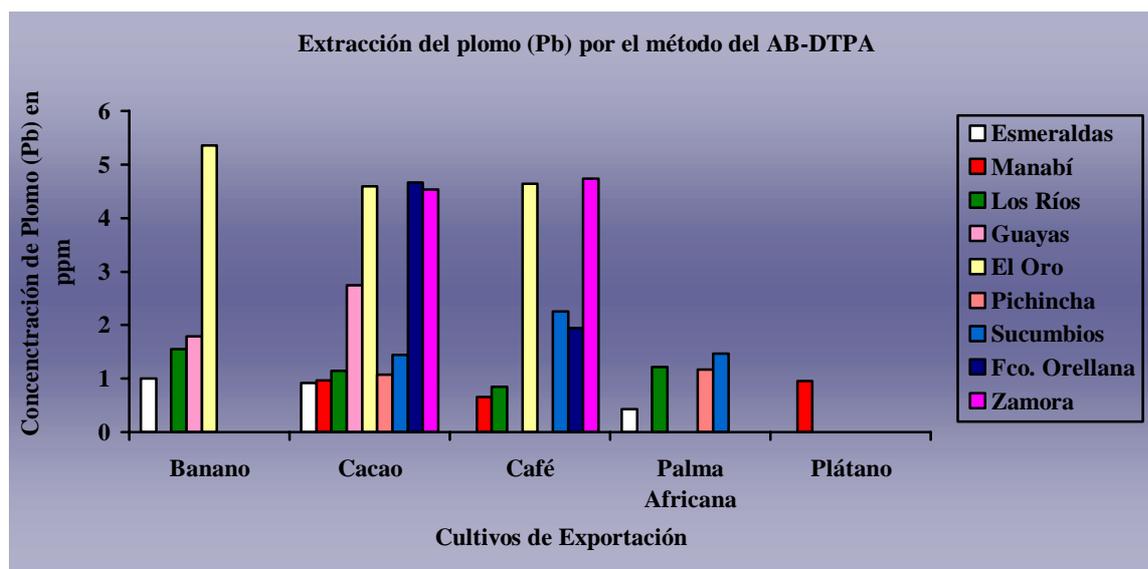


Figura 1. Valores máximos de plomo (ppm) encontrados en suelos agrícolas de diferentes provincias, 2002.

En la **Fig 2** se observan los valores máximos de Cd. En suelos cacaoteros muestreados el valor máximo de Cd estuvo en 3.936 ppm en suelos muestreados de provincia de El Oro y el mínimo de 0.22 ppm en suelos de Zamora Chinchipe.

Así mismo en suelos cafetaleros el contenido máximo fue de 0.30 ppm en Fco. Orellana y el mínimo de 0.014 en Zamora Chinchipe.

El contenido de Cd en suelos del cultivo de palma africana presentó un valor máximo de 0.687 ppm en los suelos de Los Ríos y el mínimo de 0.20 ppm en suelos muestreados de Pichincha.

En suelos bananeros el valor máximo fue de 0.380 ppm encontrado en suelos muestreados de la provincia de Los Ríos.

El cultivo de plátano tuvo un valor máximo de 0.096 ppm y mínimo de 0.06 ppm en suelos de la provincia de Manabí.

Según **García y Dorronsoro 2000**, el nivel crítico de Cd en suelos agrícolas es de 1 ppm, observándose que los resultados encontrados indican que la mayoría de los cultivos no sobrepasan los límites permisibles, a excepción de suelos de El Oro (Sta. Rosa) y Los Ríos (Montalvo) donde se encuentran que han sobrepasado los límites permisibles.

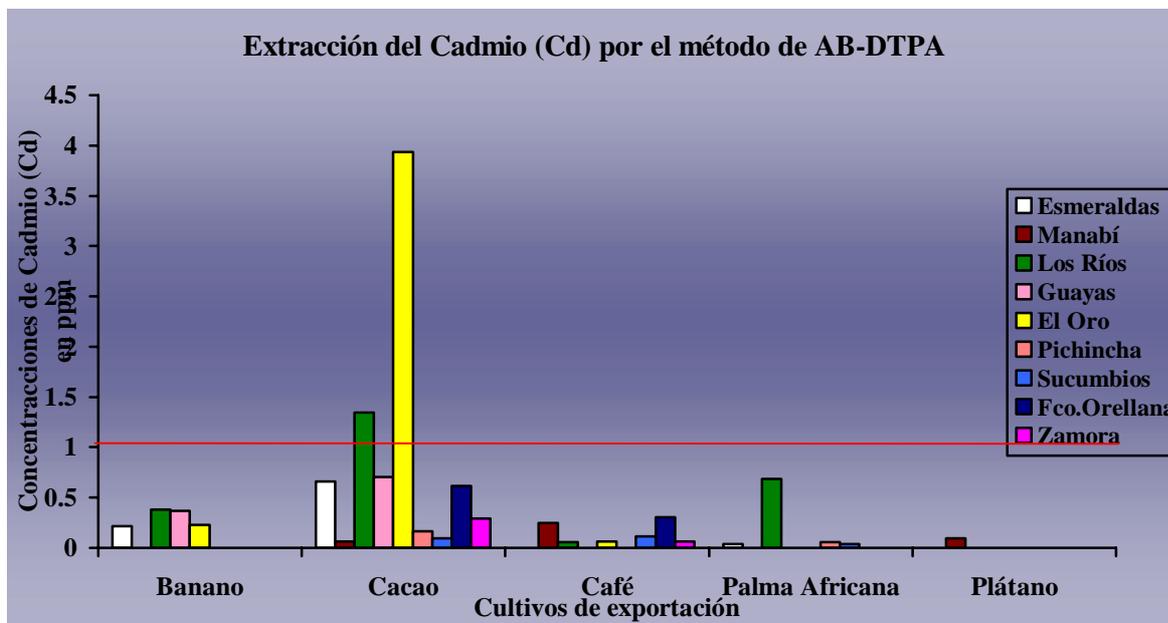


Figura 2. Valores máximos de Cadmio (ppm) encontrados en suelos agrícolas de diferentes provincias, 2002.

En la (Fig 3) se observa los promedios de Zn en diferentes localidades y cultivos. En zonas cacaoteras el máximo valor encontrado fue de 11.456 ppm en Pichincha y el mínimo de 1.14 ppm en Zamora Chinchipe.

Mientras que el cultivo de café en Fco. Orellana se obtuvo el valor máximo de 10.94 ppm y el mínimo de 1.75 ppm en Manabí.

En suelos de palma africana se obtuvo un valor máximo de 10.156 ppm en Sucumbios y en la provincia de Esmeraldas 1.22 ppm.

En suelos bananeros de El Oro se presentó valor máximo de 11.156 ppm, y en el mínimo en el Guayas con 2.73 ppm.

En suelos plataneros se encontraron niveles máximos de 9.17 ppm en Manabí.

García y Dorronsoro 2000, menciona que el nivel permisible para el Zinc es de 300 ppm, en este estudio los resultados encontrados indican que los contenidos de Zn no sobrepasan los límites permisibles. Sin embargo **Adriano (1986)** indica que valores medios de 5.9 ppm, suponen un peligro real de toxicidad, ya que concentraciones de 4.3 ppm de Zinc soluble causan el cese del crecimiento radicular en plantas de lechuga. Presentándose en este caso valores peligrosos de toxicidad por zinc de acuerdo a este autor.

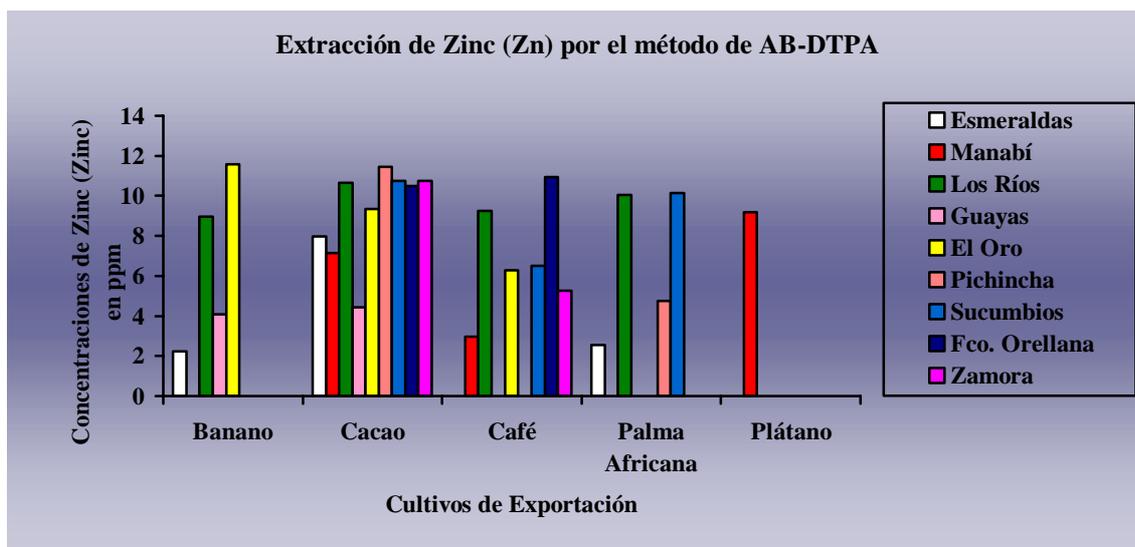


Figura 3. Valores máximos de Zn (ppm) encontrados en suelos agrícolas de diferentes provincias, 2002.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

- No existen problemas de contaminación por plomo y zinc en los suelos en estudio, pues sus valores son menores a los niveles permisibles.
- El elevado contenido de cadmio en las provincias de El Oro (Sta. Rosa) y Los Ríos (Montalvo) podrían deberse a que existen lugares donde se realiza la combustión de los desechos plásticos, y por el uso de agroquímicos que se utilizan en las bananeras que se encuentran alrededor de las plantaciones de cacao, para el control de la Sigatoka y además de aguas contaminadas de los ríos que son utilizadas en los riegos. (Carrera, 1994).

Además se obtienen los resultados de las 46 muestras de aguas recolectadas en los sitios muestreados y los resultados de totales y asimilables de las muestras de suelos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Adriano, D. C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer - Verlag. New York. 533.

Aggett y Comerford 1995. Zinc en la salud humana. La nutrición repasa 53,9: S 16-S 22.

ALLAIN, E. 2001. Acta Científica y Tecnológica Revista de la Asociación Española de Científicos N° 3/2001/. España. El Zinc un amigo de su vida cotidiana. Situación al principio del XXI. Consultada el 10/12/2001. Disponible en www.aecientificos.es/ListadoRevistashtml 6k.

Carrera, J. 1994. Evaluación del contenido de (Cd) en el sistema suelo-cacao de varias zonas del Ecuador. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil-Ecuador. pp. 53-56.

Carrillo, M. D, Gómez, M. y Nogales, R. 1988. Influencia de la disponibilidad de cadmio sobre la distribución y acumulación de micronutrientes en plantas de judía. (Nutrición Mineral de las Plantas). Madrid 23-25 Septiembre.

Cole, J. F Y Volper, R.1983. EXOTOXICOL ENVIRON QUAL. 7:151- 159

García, I y Dorronsoro C, 2000. Contaminación del suelos. Tema 15. Contaminación por Metales Pesados. Introducción. Dinámica de los Metales Pesados. Consultado el 25/07/2002. Disponible en www.edafologia.org.es/conta/tema15/riesgos.html 9k.

Underwood, E. J.1962. Trece elements In humand and Animal nutricion. 2da. Ed. Academic Press Inc. New York and London 336p.

Anexo 1. Niveles de Plomo (Pb) expresado en ppm, en suelos agrícolas de los principales cultivos de exportación.

Cultivos	Provincias	N° Muestras	MUESTRAS				PROM	MAX	MIN
			I	II	III	IV			
Cacao	Esmeraldas	2	0.914	0.486			0.700	0.914	0.486
	Manabí	2	0.968	0.840			0.904	0.968	0.840
	Los Ríos	4	1.090	0.972	1.147	0.644	0.963	1.147	0.644
	Pichincha	2	1.072	1.030			1.051	1.072	1.030
	El Oro	2	4.596	4.438			4.517	4.596	4.438
	Guayas	4	2.090	2.746	0.592	0.422	1.463	2.746	0.422
	Fco.Orellana	4	2.371	0.398	0.984	4.662	2.104	4.662	0.398
	Sucumbios	3	0.454	1.442	1.006		0.967	1.442	0.454
	Zamora	2	4.538	1.028			2.783	4.538	1.028
Café	Manabí	2	0.582	0.654			0.618	0.654	0.582
	Los Ríos	2	0.852	0.790			0.821	0.852	0.790
	El Oro	1	4.636				4.636		
	Fco.Orellana	4	1.624	0.943	1.944	0.464	1.244	1.944	0.464
	Sucumbios	1	2.254				2.254		
	Zamora	2	4.740	1.028			2.884	4.740	1.028
Palma africana	Esmeraldas	2	0.024	0.426			0.225	0.426	0.024
	Los Ríos	3	0.518	1.213	0.800		0.844	1.213	0.518
	Pichincha	3	1.173	0.776	0.614		0.854	1.173	0.614
	Sucumbios	2	0.884	1.473			1.179	1.473	0.884
Banano	Esmeraldas	1	1.006				1.006		
	Los Ríos	4	0.682	0.945	0.558	1.150	0.834	1.550	0.558
	El Oro	4	3.016	5.361	1.394	1.696	2.867	5.361	1.394
	Guayas	3	1.696	1.794	1.782		1.626	1.794	1.696
Plátano	Manabí	2	0.958	0.798			0.878	0.958	0.798

Anexo 2. Niveles de Cadmio (Cd) expresado en ppm, en suelos agrícolas de los principales cultivos de exportación.

Cultivos	Provincias	N° Muestras	Muestras				PROM	MAX	MIN
			I	II	III	IV			
Cacao	Esmeraldas	2	0.658	0.048			0.353	0.658	0.048
	Manabí	2	0.066	0.066			0.066	0.066	0.066
	Los Ríos	4	0.281	0.167	1.343	0.060	0.463	1.343	0.060
	Pichincha	2	0.162	0.054			0.108	0.162	0.054
	El Oro	2	3.936	0.221			2.079	3.936	0.221
	Guayas	4	0.706	0.226	0.128	0.192	0.317	0.706	0.128
	Fco.Orellana	4	0.180	0.446	0.056	0.617	0.325	0.617	0.056
	Sucumbios	3	0.094	0.078	0.092		0.088	0.094	0.078
	Zamora	2	0.022	0.295			0.159	0.294	0.022
Café	Manabí	2	0.044	0.246			0.145	0.246	0.044
	Los Ríos	2	0.020	0.058			0.039	0.058	0.020
	El Oro	1	0.062				0.062		
	Fco.Orellana	4	0.146	0.068	0.110	0.303	0.157	0.303	0.068
	Sucumbios	1	0.112				0.112		
	Zamora	2	0.064	0.014			0.039	0.064	0.014
Palma Africana	Esmeraldas	2	0.032	0.048			0.040	0.040	0.032
	Los Ríos	3	0.052	0.687	0.144		0.294	0.687	0.052
	Pichincha	3	0.054	0.020	0.032		0.035	0.054	0.020
	Sucumbios	2	0.144	0.076			0.110	0.035	0.054
Banano	Esmeraldas	1	0.214				0.214		
	Los Ríos	4	0.142	0.380	0.098	0.189	0.202	0.380	0.098
	El Oro	4	0.156	0.108	0.228	0.204	0.174	0.228	0.108
	Guayas	3	0.348	0.215	0.368		0.310	0.368	0.215
Plátano	Manabí	2	0.062	0.096			0.079	0.096	0.062

Anexo 3. Niveles de Zinc (Zn) expresado en ppm, en suelos agrícolas de los principales cultivos de exportación.

Cultivos	Provincias	N° Muestras	Muestras				PROM	MAX	MIN
			I	II	III	IV			
Cacao	Esmeraldas	2	7.960	2.672			5.316	7.960	2.672
	Manabí	2	7.152	6.480			6.816	7.152	6.480
	Los Ríos	4	8.729	4.394	10.866	2.730	6.680	10.866	2.730
	Pichincha	2	11.456	4.872			8.164	11.456	4.872
	El Oro	2	9.202	9.356			9.279	9.356	9.202
	Guayas	4	4.428	3.772	3.317	3.122	3.673	4.428	3.122
	Fco. Orellana	4	6.290	10.156	10.494	6.048	6.684	10.494	6.048
	Sucumbios	3	5.100	10.742	5.246		7.029	10.742	5.100
	Zamora	2	1.144	10.734			5.939	10.734	1.144
Café	Manabí	2	1.759	2.976			2.368	2.976	1.759
	Los Ríos	2	9.264	7.378			8.321	9.264	7.378
	El Oro	1	6.294				6.294		
	Fco. Orellana	4	8.335	6.791	6.852	10.994	8.231	10.944	6.791
	Sucumbios	1	6.494				6.494		
	Zamora	2	5.262	2.462			3.861	5.262	2.462
Palma africana	Esmeraldas	2	2.552	1.228			1.890	2.552	1.228
	Los Ríos	3	2.842	10.055	8.316		7.071	10.055	2.842
	Pichincha	3	4.757	3.136	1.490		3.202	4.757	1.490
	Sucumbios	2	6.236	10.156			8.196	10.156	6.236
Banano	Esmeraldas	1	2.337				2.337		
	Los Ríos	4	6.552	8.959	8.162	6.348	7.505	8.959	6.348
	El Oro	4	5.100	5.514	11.592	3.320	6.382	11.592	3.320
	Guayas	3	2.732	3.519	4.094		3.448	4.094	2.732
Plátano	Manabí	2	8.532	9.172			8.852	9.172	8.532