CULTIVOS TROPICALES. VOL. 7, No. 3/SEPTIEMBRE 1985.
© INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRICOLAS

Estudio preliminar de las extracciones y exportaciones de Fe, Mn, Zn y Cu en platano vianda (CEMSA 3/4)

MIRTA CASTELLANOS[1], T. HERNANDEZ[1] y R. GUIJARRO[1]

RESUMEN

Sobre un experimento de dosis de N realizado en la Estación Experimental del IIAMS en Bayamo, en un suelo oscuro plástico no gleyzado, se determinaron las concentraciones, extracciones y exportaciones de Fe, Mn, Zn y Cu del plátano vianda variedad CEMSA 3/4 y la distribución de estos elementos, por órgano, en la fase de cosecha. Los órganos considerados fueron: Cormo, seudo tallo, tallo verdadero, hojas, peciolos y nervaduras, raquis vestido, raquis desnudo, pulpa y cáscara. Se encontró que las mayores extracciones y exportaciones se hacen para el Fe y Mn y los menores para el Zn y el Cu. Las exportaciones por la cosecha son pequeñas reincorporándose al suelo, por los residuos, grandes cantidades de nutrientes. El Mn se concentra fundamentalmente en las hojas, mientras que el Fe en el cormo. El Zn y el Cu se concentran más en el tallo verdadero con respecto al resto de los órganos. Este mismo comportamiento se encontró para los contenidos totales de elementos por órgano, excepto para el Cu, el cual presenta un mayor contenido en el seudo tallo.

INTRODUCCION

La nutrición mineral del plátano es una temática bien estudiada en los países productores, sin embargo, el mayor volumen de información existe para los elementos N, P, K, Ca y Mg no así para los microelementos, los cuales controlan tanto en el plátano como en el resto de las plantas, la fisiología del vegetal, actuando sobre todo como catalizadores de reacciones (Marchal y Prével 1971). Por otro lado, la mayor parte de los estudios han sido realizados en pláta

[1]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ISCAH, La Habana.

no fruta, dada su importancia económica, siendo escasos los resultados con relación al vianda (Marchal y Mallesard 1979).

El estudio de las extracciones totales de nutrientes, las pérdidas por exportación con la cosecha, así como la distribución de los elementos en los distintos órganos de la planta, permiten conocer las necesidades nutricionales del cultivo y elaborar sobre bases más científicas los criterios de fertilización. Además, conducen a una mejor comprensión de la fisiología de la planta. Sobre estos aspectos merecen citarse los trabajos realizados por Twyford y Walmsley (1968), y Marchal y Prével (1971). En Cuba, el cultivo del plátano se encuentra ampliamente difundido en todas las provincias, no existiendo resultados experimentales acerca de esta temática, por lo que se realizó este estudio con el objetivo de obtener información acerca de la extracción y exportación de Fe, Zn, Mn y Cu en plátano vianda, así como la distribución por órganos de estos elementos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental de Bayamo, perteneciente al Instituto de Agroquímica y Mejoramiento de Suelos del MINAG sobre un suelo aluvial poco diferenciado .

Debido a la posible influencia de las dosis de nitrógeno sobre la extracción de los nutrientes, se utilizó para este estudio un experimento de dosis de nitrógeno: N_o, N_1 = 150 y N_3 = 300 g/planta de NH_4NO_3, tomándose cuatro plantas homogéneas (1 por parcela) en cada tratamiento, las cuales se arrancaron en la fase de cosecha, realizándose después un muestreo representativo por separado de los siguientes órganos: Cormo, seudo tallo, tallo verdadero, hojas jóvenes, peciolos y nervaduras (viejas y jóvenes), raquis vestido y desnudo y frutos; estos se dividieron en pulpa y cáscara. La metodología para el muestreo representativo fue descrita por Pérez (1984).

Las muestras se secaron en estufa y fueron mineralizadas por vía seca, determinándose el Fe, Mn, Zn y Cu por absorción atómica. El cálculo de los nutrientes extraídos en kg/ha se hizo acorde al marco de plantación utilizado (1666 plantas/ha). Se evaluó la distribución por órganos de los elementos estudiados, así como las concentraciones, extracciones, y exportaciones de los elementos en estudio para el cultivo.

Tabla 1: CONCENTRACION DE M, Fe, Zn y Cu EN LOS DIFERENTES ORGANOS (ppm).

Organos	Mn				Fe				Zn				Cu			
	N_0	N_1	N_2	N_3	N_0	N_1	N_2	N_3	N_0	N_1	N_2	N_3	N_0	N_1	N_2	N_3
Cormo	51	62	177	153	1600	1103	4653	1723	99	87	77	90	9,2	8,6	10	12,7
Seudo tallo	63	75	142	192	379	325	327	353	27	29	47	26	13,7	9,2	11,8	11,2
Tallo verdadero	33	45	73	98	290	282	332	277	319	382	375	350	15,8	14	16,5	12,7
Hojas viejas	850	800	1600	2000	1630	1395	1315	3887	30	33	27	28	7,8	8,3	7,0	10,3
Hojas jóvenes	753	1013	1530	2367	395	388	438	870	35	40	38	41,2	11,8	11,6	11,7	14
Peciolo viejo	260	307	386	462	1750	528	1300	2870	34	27	55	46,7	6,3	16,5	7,7	15
Peciolo joven	240	205	237	910	432	423	440	423	43	73	48	42	16	12	12,2	7
Nervadura viejo	255	280	413	655	520	475	300	720	28	43	36	46,7	8,3	12	12,1	12,1
Nervadura joven	175	230	288	1093	308	360	315	347	36	35	33	35	10,3	11,6	12,7	10,3
Raquis desnudo	61	82	82	142	233	252	185	207	38	43	49	64	9,5	7,3	8,2	8,5
Raquis vestido	73	75	102	157	430	446	438	298	91	85	60	90	10,5	14	14,7	10,8
Pulpa	8	15	12	22	88	110	167	90	18	25	24	22	7,5	7,8	8,7	7,7
Cáscara	35	45	60	102	265	190	198	276	41	49	48	45	10	9,3	10,3	9,2

RESULTADOS Y DISCUSION

CONCENTRACIÓN DE FE, ZN, MN, CU EN LOS DIFERENTES ÓRGANOS

La concentración de los elementos en los diferentes órganos sigue un comportamiento diferenciado, según se muestra en la Tablà 1. Puede observarse que el Mn se concentra fundamentalmente en las hojas (considerando el conjunto de órganos que la conforman: limbo, nervios y peciolos, lo cual corrobora lo encontrado por Twyford y Walmsley (1968).

La concentración de este elemento va disminuyendo en su recorrido por el seudo tallo, cormo y tallo verdadero hasta llegar al fruto, donde las concentraciones son las más bajas.

Las mayores concentraciones de Fe se encontraron en el cormo, hojas viejas (nervaduras, peciolos y limbos) y las menores en los frutos. El Zn y el Cu se concentran más en el tallo verdadero; en la cáscara siempre se encontraron concentraciones más elevadas que en la pulpa para los cuatro elementos. Es interesante destacar que dentro de los órganos que constituyen el racimo (raquis desnudo, raquis vestido, pulpa y cáscara), las mayores concentraciones se encuentran siempre en el raquis vestido, que es el órgano más próximo al fruto, y las menores en la pulpa. Esto corrobora el carácter selectivo y autoregulador del fruto planteado por diferentes autores (Prével y col., 1969; Guijarro y col. 1984).

A pesar de que las dosis de nitrógeno no ejercieron efecto significativo sobre los rendimientos, (Hernández y Sánchez, 1983), sí aparece, en el caso del Mn, una tendencia definida a incrementar la concentración de este elemento con la dosis de nitrógeno en todos los órganos. Para el resto de los elementos no hay una tendencia definida. El Mn juega un papel importante en la asimilación del N, actuando como reductor de las formas NO_3^- y como oxidantes en las amoniacales. Díaz y col. (1976), se refieren a las estrechas correlaciones encontradas por ellos entre las concentraciones de Mn en limbos y nervios con las de N en los limbos.

Las concentraciones encontradas en este trabajo están dentro de los rangos reportados por otros autores excepto para el Fe que fueron superiores (Marchal y col. 1980; Fernández Caldás y col. 1977).

EXTRACCIONES DE NUTRIENTES Y DISTRIBUCIÓN POR ÓRGANOS

Este parámetro está influido por el peso de la materia seca que conforma cada órgano y la concentración del elemento en los mismos. En la Tabla 2 se muestran los resultados sobre los contenidos totales por órganos de los diferentes elementos (extracción).

Tabla 2: EXTRACCION DE NUTRIENTES Y DISTRIBUCION POR ORGANOS.

(mg/planta)

Organos	Mn				Fe				Zn				Cu			
	N_0	N_1	N_2	N_3	N_0	N_1	N_2	N_3	N_0	N_1	N_2	N_3	N_0	N_1	N_2	N_3
Cormo	45,3	43,4	157,5	119,2	1448	749	4201	1328,33	90,4	56,9	65,9	69,2	8,2	6,0	7,7	9,8
Seudo tallo	95,4	151,3	207,5	295,4	595,9	622	477	543,52	41,5	57,5	54,2	40,3	21,4	19,2	13,7	18,5
Tallo verdadero	13,1	21,3	43,3	45,4	342,5	134,2	189,8	131,87	25,8	183,8	215,2	144,8	6,3	6,9	9,1	6,0
Hojas viejas	47,6	87,2	132,6	121,1	91,4	93,2	150,1	175,94	1,7	3,4	3,3	1,1	0,49	0,90	0,59	0,59
Hojas jóvenes	685,1	966,8	1172,3	2445,9	336,2	357,5	378	900,02	31,8	36,5	32,9	43,10	10,8	10,7	10,6	14,6
Peciolo viejo	5,5	10,6	9,3	8,5	36,9	11,8	57,3	38,43	0,7	0,90	2,0	0,87	0,13	0,51	0,26	0,20
Peciolo joven	74,9	54,10	66,7	261	136,5	125,40	120,8	169,72	13,5	11,7	13,6	11,8	5,0	3,03	2,9	2,00
Nervadura vieja	2,4	9,7	22,7	9,5	5,7	8,9	16,7	10,73	0,30	1,2	2,0	0,66	0,1	0,34	0,95	0,15
Nervadura joven	61	95,10	63,5	346	101	101,11	92,0	13,01	11,9	13,7	9,4	11,3	3,5	4,5	3,6	2,7
Raquis desnudo	6,2	7,2	7,3	15,2	23,4	79,6	16,6	23,12	3,9	4,0	4,1	7,1	0,96	0,67	0,66	0,95
Raquis vestido	4,1	3,4	5	7,5	24,9	21	20,6	65,41	5,2	4,0	3,0	4,6	0,59	0,58	0,66	0,56
Pulpa	19,6	30,5	23,79	54,8	206,1	139,68	346,6	225,30	41,3	49,8	49,1	54,6	17,5	12,6	13,6	18,9
Cáscara	19,2	24,04	93,15	58,7	147,1	103,62	103,9	283,19	22,9	25,5	30,5	29,4	5,87	5,0	5,5	5,2
Hijos	76,1	67,2	108	145	2265	1661	2309	2018	41,4	30,1	30,7	38,1	5,9	8,0	7,4	7,8

Las hojas contienen la mayor cantidad de Mn, que representan prácticamente, el 50 % del total extraído por la planta; le siguen (a mucho más bajos niveles) el seudo tallo y el cormo, lo cual concuerda con los trabajos de Twyford y col., (1968). Las mayores cantidades de Fe se encontraron en el cormo con aproximadamente el 50 % de la extracción total, seguido del seudo tallo y las hojas jóvenes, lo cual difiere completamente del cuadro del Manganeso. Twyford y col. (1968), trabajando con Robusta, encontraron mayores contenidos en el seudo tallo, seguido de las hojas y el cormo, lo cual difiere del orden obtenido en este trabajo para el plátano vianda. Es necesario verificar este comportamiento en trabajos posteriores.

Las cantidades más grandes de Zn fueron encontradas en el tallo verdadero con, aproximadamente, el 40 % de la extracción total, seguido por el cormo, el seudo tallo y la pulpa; para el cobre se encontraron los mayores contenidos en el seudo tallo, con un 21 % del total extraído por la planta, seguido por la pulpa con un 16 %. También aparecen cantidades considerables en las hojas jóvenes, tallo verdadero y cormo. Para todos los elementos las menores extracciones corresponden a los raquis, vestido y desnudo, y a los peciolos viejos.

Estos resultados evidencian la importancia del Cu también y en cierta medida, del Zn en la conformación del fruto debido a la magnitud de los % relativos de éstos elementos que se encuentran en los frutos al estado de la cosecha. Twyford y Walnsley (1968), plantean que en la fase de fructificación se absorbieron principalmente Zn y Cu, los cuales fueron tomados, fundamentalmente, por los frutos. Estos elementos son partes componentes o activan importantes sistemas enzimáticos los cuales parecen jugar un papel importante en los procesos bioquímicos que tienen lugar durante la conformación de los frutos. Se plantea que más del 25 % del Zn en las hojas y peciolos se mueven hacia el fruto en desarrollo.

EXTRACCIÓN TOTAL DE LOS NUTRIENTES

En la Tabla 3 se puede ver claramente que el Fe y Mn estuvieron presentes en mayores cantidades en la planta y el Zn el Cu en menor extensión. Puede observarse también que los hijos extraen mayores cantidades de Fe (aproximadamente el 30 %) que de otro elemento. Del Mn total extraído por la planta madre más los hijos, el 5 % está presente en los hijos.

Tabla 3: EXTRACCION TOTAL DE NUTRIENTES

(a: planta madre b: planta madre + hijos)

(a) Tratamiento	Cu mg/plta	kg kg/ha	Mn mg/plta	kg kg/ha	Zn mg/plta	kg kg/ha	Fe mg/plta	kg kg/ha
N_o	80,8	0,135	1079	1,80	391	0,651	3521	5,866
N_1	68,80	0,114	1435	2,389	450	0,748	2546	4,242
N_2	73,8	0,123	2009	3,346	485	0,808	6171	10,280
N_3	80,14	0,133	3788	6,310	382	0,635	4009	6,677
$\bar{X}$	75,9	0,126	2078	3,46	427	0,711	4062	6,764
(b)								
N_o	86,7	0,144	1156	1,93	432	0,720	5786	9,64
N_1	76,8	0,128	1502	2,50	479	0,798	4207	7,64
N_2	81,3	0,135	2117	3,53	516	0,860	8479	14,13
N_3	87,8	0,146	3933	6,55	419	0,698	6027	10,04
$\bar{X}$	83,2	0,138	2177	3,63	462	0,769	6125	10,21

% que representa la extracción de los hijos del total (planta madre + hijos)

Tratamiento	Cu	Mn	Zn	Fe
N_o	7	7	10	39
N_1	10	4	6	39
N_2	9	5	6	27
N_3	9	4	10	34
$\bar{X}$	8,7	5	8	30,4

CANTIDAD DE NUTRIENTES NECESARIOS Y PERDIDAS POR EXPORTACIÓN POR TONELADA DE FRUTOS PRODUCIDOS Y BALANCE DE LAS EXTRACCIONES Y EXPORTACIONES

En la Tabla 4 se muestra que, tanto los nutrientes necesarios como los perdidos por tonelada de frutos siguen un mismo orden: Fe>Mn>Zn>Cu y no van más allá de las centenas y decenas de gramos y menor aún para el Cu, con cantidades muy pequeñas. En la Tabla 5 se evidencia que las cantidades que se exportan por la cosecha, son pequeñas en relación a los residuos, los cuales reincorporan al suelo una cantidad de nutrientes considerables, que pueden ser utilizados con posterioridad a su mineralización. Cabe destacar para el caso del Zn y el Cu que las cantidades exportadas por la cosecha, en relación a la extracción total que hace la planta, representan % más elevados que para el Fe y el Mn, oscilando entre valores de 27-32 % para el Cu y de 18-25 % para el Zn.

Tabla 4: CANTIDAD DE NUTRIENTES NECESARIOS Y PERDIDAS POR EXPORTACION, POR TONELADA DE FRUTOS PRODUCIDOS, (EN GRANOS).

Cantidad de nutrientes necesarios para producir 1 t de racimos (en g)					Pérdidas de nutrientes por concepto de exportación (g toneladas de racimo)				
Dosis de nitrógeno	Fe	Mn	Zn	Cu	Dosis de nitrógeno	Fe	Mn	Zn	Cu
N_o	275	84	31,3	6,3	N_o	31,4	3,8	5,7	2,1
N_1	238	134	47,0	6,4	N_1	31,8	6,1	7,8	1,7
N_2	471	153	37,0	5,6	N_2	37,3	9,9	6,6	1,5
N_3	284	263	26,0	5,5	N_3	41,5	9,9	6,6	1,8
$\bar{X}$	317	158,5	35,3	6,0	$\bar{X}$	35,5	7,7	6,7	1,8

Prevel (1980); plantea que el plátano inmoviliza entre 3-10 kg/ha de Fe, de 5-7 kg/ha de Mn, de 350-500 g/ha de Zn y de 120-200 g/ha de Cu. Los datos obtenidos en este trabajo se ajustan bien a esos rangos, aunque bajo las condiciones de este experimento y de forma preliminar se observó una mayor extracción de Zn y una, algo más baja de Mn. Con este estudio se obtiene una panorámica preliminar tanto de los contenidos y distribución por órganos del Fe, Mn, Zn y Cu en el plátano vianda así como de las extracciones y exportaciones que hace el cultivo, bajo las condiciones de suelo y clima en que se desarrolló el experimento.

Tabla 5: BALANCE DE LAS EXTRACCIONES Y EXPORTACIONES.

	Kg	Fe		Mn	Kg	Zn	Kg	Cu
	ha	% del total extraído	kg/ha	% del total extraído	ha	% del total extraído	ha	% del total extraído
Extracción total	5,87	-	1,80	-	0,651	-	0,135	-
Exportación	0,70	12	0,08	4	0,122	19	0,042	31
Residuos	5,17	88	1,72	96	0,529	81	0,093	69
				N_1				
Extracción total	4,20	-	2,40	-	0,748	-	0,144	-
Exportación	0,57	14	0,11	5	0,138	18	0,032	28
Residuos	3,63	86	2,29	95	0,610	82	0,082	72
				N_2				
Extracción total	10,30	-	3,30	-	0,808	-	0,123	-
Exportación	0,81	8	0,22	7	0,144	18	0,033	27
Residuos	9,49	92	3,08	93	0,664	82	0,090	73
				N_3				
Extracción total	6,70	-	6,30	-	0,635	-	0,133	-
Exportación	1,00	15	0,23	4	0,159	25	0,043	32
Residuos	5,7	85	6,07	96	0,476	75	0,09	68

REFERENCIAS

DIAZ, A., E. CALDAS FERNANDEZ, V. GARCIA y J. ROBLES (1976): Los oligoelementos Fe, Mn, Zn y Cu en el plátano, factores que influyen en sus niveles foliares. Agrochimica v. XX (6).

CALDAS FERNANDEZ, E.; V. GARCIA y V. PEREZ (1977): Análisis foliar del plátano en dos fases de su desarrollo: floración y corte. Fruits v. 32 (11).

GUIJARRO, R., T. HERNANDEZ y J. SANCHEZ (1984): Extracciones y exportaciones de nutrientes del plátano vianda (CEMSA 3/4) (sin publicar).

HERNANDEZ, T. J. SANCHEZ (1983): Estudio de niveles de N en el plátano vianda CEMSA 3/4. Primer Forum Científico del CEMSA.

MARTIN-PREVEL, P.; J. LACOEVILLE y J. MARCHAL (1969): Culture sur milieu artificiel, carence en elements mineraux chez le bananier. Fruits v. 21 pp. 395-416.

MARCHAL, J. y P. MARTIN-PREVEL (1971): Les oligo-elements Cu, Zn, Fe, Mn dans le bananier, niveaux foliares et bilans. Fruits v. 20 (7-8).

MARCHAL, J. y R. MALLESSARD (1979): Comparaison des inmobilisations mineral de 4 bananiers a fruits pour cuisson et 2 bananier cavendish. Fruits v. 34:373-392.

MARCHAL, J., X. PERRIER y CHIRISTIANE CORADIN (1980): Variations entre laboratoires dans l'analysis des fevilles de bananier. Fruits v. 35 (11).

PEREZ, L. (1984): Extracciones y exportaciones de nutrientes, del plátano vianda CEMSA 3/4. Tesis para optar por el grado de Ing. Agronómo (ISCAH).

MARTIN-PREVEL, P. (1980): La nutrition minerale du bananier dans le monde. Premiere partie Fruits v. 35 (9).

TWYFORD, I.T. and D. WALMSLEY (1968): The status of some micronutrients en healthy Robusta plants. Trop. Agric. Trin. v. 45 (4).

ABSTRACT

A PRELIMINARY STUDY ON THE EXTRACTIONS AND EXPORTATIONS OF Fe, Mn, Zn and Cu, IN BANANA PLANTAIN (CEMSA 3/4).

An experiment on N dose was conducted in a non-gleyed, plastic, obscure soil from the Experimental Station of IIAMS, Bayamo. Concentrations; extractions and exportations of Fe, Mn, Zn and Cu were determined in banana plantain, Cemsa 3/4, as well as their distribution per organ at harvesting time. The following organs were concerned: cormus, pseudostem, true stem, leaves, petioles, nervation, covered and uncovered rhachis, pulp and skin. It was found that the highest extractions and exportations are obtained in Fe and Mn, whereas the lowest in Zn and Cu. Exportations are poor at harvest, as great amounts of nutrients are reembodied to soils by means of residuals. Mn is mainly concentrated in leaves and Fe in cormus. Zn and Cu are mostly concentrated in true stems. This same performance was recorded for the whole contents of elements per organ, except Cu, which showed a higher content in the pseudostem.

Manuscrito recibido el 16/I/85.