

Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Harton).¹

DRIS foliar norms for the Harton plantain (*Musa* AAB subgroup plantain cv. Harton) nutritional diagnostic.

Vianel Rodríguez²
Orlando Rodríguez²

Resumen

Se generaron normas de diagnóstico foliar para el plátano cv. Hartón, bajo el marco conceptual del sistema conocido como DRIS. Metodológicamente, se procedió realizando un censo en las zonas venezolanas más productoras de plátanos, para ubicar las plantaciones con mayores rendimientos (mas de 15 kg/racimo). La selección del área de muestreo definitiva alcanzó unas 1 602 ha dentro de unas 25 000 ha de cultivo de la planicie del río Chama, en la Depresión del Lago de Maracaibo. En esta área, se seleccionaron 1 024 unidades experimentales y se colectaron muestras de tejido en la hoja tres (FIII), según la normativa MEIR. Diez semanas después se pesaron los racimos, con lo cual quedaron seleccionadas 204 plantas de rendimientos elevados (sobre 18 kg/racimo), como las unidades experimentales apropiadas para el desarrollo de las normas. A partir de los resultados analíticos de éstas, se desarrollaron las normas DRIS para los elementos N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mn y para todas sus mutuas relaciones.

Palabras claves: Platano Hartón, normas DRIS, hoja FIII., análisis foliar.

Abstract

Foliar diagnostic norms for the cv. Harton plantain were generated under the DRIS system. Metodologically, a field survey was carried out through the producer areas of plantain of Venezuela, in order to find the plantations with higher yields, (over 15 kg/bunch). The area of sampling selected, reached to 1 602 ha from the around 25 000 ha there are under cultivation, along the Chama river plain, located

Recibido el 02-09-1996 ● Aceptado el 28-02-1997

1. Proyecto 03-5A-95, financiado por el CDCHT-UCLA, el convenio CONICIT-UCLA F-57 y la Unidad de Investigación en Suelos y Nutrición de Plantas, Departamento de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA.

2. Departamento de Suelos. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apartado 400. Barquisimeto. E. Lara. Venezuela. Fax: 58-51-611178, 58-51-610950. E-mail: orodrigu@delfos.ucla.edu.ve.

at south of the depression of the Maracaibo Lake. In this area, 1 024 experimental units were selected and their third leaf (FIII) was sampled, according to the MEIR normative. Ten weeks later, weighting of the bunchs was carried out. Around the top 20 % of the highest producer plants (over 18 kg/bunch), that is 204 experimental units, were selected for development of the norms. Starting from the analytic outputs of these experimental units, the DRIS norms for the elements N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mn and for all their mutual relationships were developed.

Key words: Harton plantain, DRIS norms, FIII leaf, foliar analysis.

Introducción

El plátano Hartón (*Musa AAB* subgrupo plátano cv. Hartón) representa uno de los renglones agrícolas más importantes en Venezuela. La superficie sembrada sobrepasa las 100 000 ha, aportando el 50 % del valor de la producción frutícola, constituyéndose así, en una de las frutas más importantes del país (20). Parte de la producción de este cultivo, es exportada (11).

Debido a la escasez de estudios sobre la nutrición mineral del plátano Hartón, no se cuenta con un set integral de normas de diagnóstico de tejidos para este cultivo. Por esa razón, el diagnóstico del estado nutricional y las recomendaciones de fertilización del plátano Hartón, tradicionalmente han estado basadas en normas de tejidos y de suelos desarrolladas para otras musáceas del grupo AAA, de las cuales difiere ampliamente (15).

De la situación planteada anteriormente, se desprende la necesidad de contar con un adecuado sistema de diagnóstico y de conciliar éste, con recomendaciones técnicamente correctas, de acuerdo a los requerimientos de extracción de nutrimentos del cultivo de plátano Hartón. Para ello, es indispensable contar previamente

con normas de diagnóstico, las cuales permitan valorar el estado nutricional del mismo.

Una evaluación de los actuales sistemas de diagnóstico, indicó que la alternativa que podría satisfacer esos requerimientos, podría ser el sistema conocido como DRIS. El sistema DRIS, según Sumner (33), permite desarrollar un set de normas de diagnóstico, las cuales representan calibraciones de la composición de los tejidos de la planta, de la composición del suelo, de las condiciones ambientales y de las prácticas de manejo, como funciones del rendimiento de un cultivo particular. Las ventajas que han sido experimentalmente determinadas para este sistema en diferentes trabajos experimentales (7, 22, 25, 26, 31, 33, 35), son: a) Realizar el diagnóstico nutricional a cualquier estado de desarrollo de la planta, b) Arreglar los elementos nutritivos, en orden de su importancia o grado de limitación del rendimiento, c) Incrementar la rapidez y flexibilidad del trabajo de investigación, con los consecuentes ahorros en tiempo y dinero, d) Observar, estudiar y darle solución a los problemas en la medida que ellos van ocurriendo. En resumen,

el DRIS integra íntimamente el balance nutricional de la planta y el suelo e incorpora factores diversos tales como edad de la planta y el clima en el diagnóstico, permitiendo así hacer recomendaciones confiables sobre el manejo del cultivo.

El DRIS, acrónimo de Diagnosis and Recommendation Integrated System, fue desarrollado por Beaufilet (3, 4, 5, 7), como un esquema general para la experimentación y calibración, basado en principios desarrollados de investigación en nutrición de plantas. Beaufilet (7) desarrolló los conceptos del DRIS, fundamentalmente en un trabajo con el cultivo de caucho en Vietnam (3, 4, 5). De acuerdo a Beaufilet (7), el desarrollo de este sistema permite realizar el diagnóstico nutricional de un cultivo, en base a las relaciones de balance entre todos los pares de nutrientes incluidos en un estudio, a través del cálculo de los índices de los nutrientes.

Para la realización del diagnóstico de una planta por el sistema DRIS, lógicamente hay que contar con un set de normas previamente desarrolladas. Los datos de la composición de una planta, son comparados contra las normas, calculando el set de "Índices DRIS" para cada elemento determinado. Esos índices tienen valores negativos y positivos y su sumatoria es igual a cero, debido a que ellos representan el balance relativo entre todos los elementos. El orden de requerimiento del elemento por la planta, está dado por el índice más negativo, lo cual indica que es el elemento más necesitado. El cálculo de los índices DRIS puede ser realizado

manualmente (7, 21) o con el uso de un programa de computadora desarrollado por W. S. Letsch en 1986, en la Universidad de Georgia.

Dicho sistema DRIS, fue utilizado como el marco conceptual, teórico y práctico, para desarrollar la presente investigación.

En este sentido se planteó lograr 2 objetivos básicos:

1. Evaluar los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn en la hoja tres (FIII) del plátano (*Musa AAB* subgrupo plátano cv. Hartón), para desarrollar sus normas de diagnóstico foliar en Venezuela.

2. Desarrollar tales normas bajo el esquema DRIS, como alternativa de diagnóstico y evaluación nutricional del cultivo del plátano Hartón.

En contraste al enfoque clásico experimental de campo para la fertilidad del suelo, el enfoque del DRIS emplea una técnica de estudio basada en un censo generalizado del cultivo, para obtener una muestra representativa de la población, a partir de la cual, se pueden desarrollar las normas. En este censo, un gran número de sitios distribuidos al azar, son seleccionados para el muestreo. Los sitios a muestrear, pueden ser campos de producción o lotes experimentales. Cada sitio de muestreo es análogo a una parcela experimental, por lo cual la técnica de estudio DRIS, produce un gran número de observaciones, las cuales pueden ser consideradas como componentes de un gran experimento de campo, replicado en el tiempo y en el espacio (31).

Bajo ese esquema detallado en el párrafo anterior, el sistema DRIS

puede ser visualizado como un experimento factorial completo en el cual, todos los factores actúan sobre el rendimiento sin restricción alguna (26).

En Venezuela, Rodríguez y Rojas (22) desarrollaron normas DRIS para el naranjo "Valencia" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), encontrando un adecuado nivel de confiabilidad para diagnosticar el estado nutricional del cultivo, indiferentemente de como fuesen estratificadas las plantas de naranjo, v.g. de acuerdo al portainjerto, de acuerdo a la edad de la planta o bien,

seleccionadas aleatoriamente. De acuerdo a estos autores, el DRIS, como alternativa para elaborar normas de diagnóstico, ha evolucionado rápidamente en diversos cultivos, por ser una vía rápida, confiable y de bajo costo de generarlas.

A nivel internacional se reportan normas DRIS en cebolla (10), tabaco, cereza, avellana y pino de navidad (19); naranjo "Valencia" (9, 12, 22, 31) alfalfa (36); caña de azúcar (8, 25); piña (13), maíz (6, 27, 28), soya (28), trigo (29), pasto Bermuda (34), banano (1) y vid (23).

Materiales y métodos

1. Fase de planificación y campo.

Definición de los límites y de la magnitud de la población a muestrear. La selección de las zonas productoras se hizo en base a la magnitud de los aportes a la producción nacional. Por esta razón, el universo estuvo formado por los estados Zulia y Mérida, particularmente en la zona sur del Lago de Maracaibo. Esta zona pertenece a la clase Bosque Húmedo Tropical, con temperaturas promedios de 26.8 °C, humedad relativa promedio de 83 % y una precipitación promedio anual de 1 632 mm/año (16).

Una vez establecidos en la zona productora, se procedió a ubicar las fincas, cuyos registros de producción reflejaran rendimientos promedios, superiores a los 15 kg/racimo y que tuvieran además, un elevado nivel en las prácticas de manejo agronómico, que garantizaran estabilidad de esos rendimientos. Se buscaron y seleccionaron las plantas más productivas, en base a los postulados de Beaufile (7) y los resultados de Letsch y Sumner (14).

En este sentido, se obtuvo una alta coincidencia, ya que todas las fincas que cumplían este requisito, estaban dedicadas al negocio de la exportación de plátanos. Por estos aspectos, quedaron seleccionadas 17 fincas, con una superficie total de 1 602 ha, ubicadas a las margen derecha e izquierda del río Chama, a lo largo de unos 70 km de carreteras. La fase de ubicación de las unidades experimentales en el campo, se realizó en aproximadamente 75 días. Se tomaron datos del cultivo, del suelo y del clima en una hoja de registro diseñada por Rodríguez y Rojas (22). Los datos recogidos, fueron utilizados para la creación de un banco de datos.

Definición de la unidad experimental. Se seleccionó como unidad experimental la cepa constituida por dos plantas de plátanos cv. Hartón: la madre, a inicios de la fase

reproductiva (según la normativa de muestreo foliar MEIR) y su respectivo hijo, sin importar su estado de desarrollo.

Definición del esquema de muestreo. Se tomó la muestra foliar de la planta madre de acuerdo a la normativa establecida por el Muestreo Internacional de Referencia (MEIR), Martin-Prevel (17, 18), recolectándose 1 024 muestras foliares, en un igual número de cepas.

Definición del esquema de medición de la producción. Dada la homogeneidad de la edad de las plantas muestreadas, aproximadamente de 9 a 11 semanas después, (24), se procedió a pesar los racimos.

Definición de la población a utilizar para calcular las normas. De acuerdo con lineamientos seguidos en trabajos previos por Letsch y Sumner (14), Caldwell (10), Rodríguez y Rojas (22) y Sumner (33), se procesaron alrededor del 20 % del total de las muestras colectadas, las cuales estuvieron constituidas por aquellas unidades experimentales, cuyos racimos pesaron más de 18 kg.

Metodología de desarrollo de las normas. Consistió en la determinación de la media de los niveles de cada forma de expresión, en la subpoblación de mas alto rendimiento, a partir de los resultados acumulados en

el banco de datos generado. Este procesamiento, se sustenta en los resultados de Letsch y Sumner (14), quienes demostraron la validez de este procedimiento, como via alterna de desarrollar normas representativas y confiables.

2. Fase de laboratorio.

Definición de los métodos analíticos de procesamiento de las muestras. El nitrógeno se determinó por el método Micro Kjeldahl usando como catalizador el sulfato de potasio combinado con selenio al 1 %, todos los demás elementos fueron determinados por la via de la incineración por 6 horas a 500 °C de los tejidos. El fósforo se determinó por colorimetría ultravioleta en solución vanadomolibdica. El potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso, se determinaron por via seca con espectrofotometría de absorción atómica (12).

3. Fase total.

El procesamiento de los tejidos en el laboratorio, más la fase de análisis estadístico y procesamiento de la información, se realizó en unos 18 meses, los cuales sumados a la primera fase de ubicación de las unidades experimentales (75 días), resultó en un período total para la obtención de los datos y generación las normas, inferior a los dos años.

Resultados y discusión

1. Definición de los niveles de abstracción y de las normas a desarrollar. Según Munson y Nelson (19), las mejores normas son las desarrolladas a los mayores niveles de

abstracción y bajo las condiciones edafocológicas más particulares. Por tal motivo, se generaron las normas para la localidad más productiva del país, la cual está constituida por la zona

productora del sur del lago de Maracaibo.

En cuanto a las normas a desarrollar, se determinaron las normas para los elementos N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu y Mn, así como normas por pares de elementos, en base a sus productos y/o cocientes, utilizando los datos de la población con rendimientos superiores a los 18 kg/racimo, basados en las recomendaciones de Sumner (31), quien sugiere utilizar los cocientes, para los pares de elementos cuyos niveles de contenido en las hojas tienen la misma tendencia de variación con la edad y utilizar productos, para los pares de elementos, cuyos niveles de contenido tienen diferente tendencia. En tal sentido, para seleccionar los cocientes más apropiados, en el subgrupo de plantas de más alto rendimiento, se realizó un análisis discriminatorio de las varianzas (cuadro 1) entre las plantas de menor peso promedio (18.65 kg/racimo) y las de mayor peso promedio (22.63 kg/racimo).

Para el caso de las relaciones a expresarse como cocientes, se escogieron aquellas que resultaron con los mayores valores en sus relaciones entre varianzas.

Finalmente a través de dicho procedimiento, además de las normas en base a materia seca para los elementos N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu y Mn, quedaron seleccionados para desarrollar como normas, los cocientes N/K, P/N, P/K, Zn/Fe, Zn/Cu, Zn/Mn, Zn/Ca, Zn/Mg, Cu/Fe, Mn/Fe, Ca/Fe, Mg/Fe, Mn/Cu, Ca/Cu, Mg/Cu, Mn/Ca, Mg/Mn, y Ca/Mg (cuadro 1) así como también los productos entre todos los

demás pares de elementos posibles.

2. Normas preliminares de diagnóstico nutricional desarrolladas para el plátano Hartón en Venezuela. En los cuadros 2 y 3, se presentan las normas desarrolladas como resultado del procesamiento y presentación adecuados de los análisis de tejidos realizados.

Las normas generadas se corresponden con las medias de la subpoblación de más alto rendimiento, de acuerdo a los criterios de Walworth *et al.* (36) y de Walworth y Sumner (37). Se presentan, además, las normas con sus respectivas desviaciones estandar (D.S.) y coeficientes de variación (C.V.).

Según Walworth y Sumner (37), el coeficiente de variación de los parámetros obtenidos del análisis de una población de plantas, refleja la variación real de dichos valores. En tal razón, la variación de los contenidos de los nutrimentos que ocurre en la muestra MEIR de la hoja tres (FIII) de la planta madre, en la cepa del plátano cv. Hartón, está fielmente representada por el coeficiente de variación de cada nutrimento, obtenido en el presente trabajo. El coeficiente de variación se obtuvo a partir del banco de datos generado.

La desviación estandar según Walworth y Sumner (37), permite determinar el rango por encima y debajo de la norma en el cual, se considera que el nutrimento en consideración, se encuentra en un balance de adecuado contenido y por ende de adecuado estado nutricional. El análisis del estado nutricional de una determinada planta problema, puede realizarse determinando los "Índices de

Cuadro 1. Relación de varianzas (X/Y) entre los subgrupos de plantas de mas alto rendimiento, con menor peso promedio (X)18,65 kg/racimo, 170 plantas) y mayor peso promedio (Y)22,63 kg/racimo, 48 plantas), para seleccionar las normas de diagnóstico DRIS, para el plátano cv. Hartón en Venezuela.

Forma de expresión	Grupo		Relación Varianzas (X/Y)	Forma de expresión	Grupo		Relación Varianzas
	(X)	(Y)			(X)	(Y)	
K/P	24.24511	21.25155	1.14086	Fe/Cu	8.387268	9.025996	0.92923
P/K	0.000114	0.000071	1.60148 (*)	Cu/Fe	0.003475	0.002981	1.16534*
K/N	0.112281	0.072367	1.55154	Fe/Mn	0.125962	0.076273	1.65144
N/K	0.016021	0.009775	1.63897 (*)	Mn/Fe	1.236781	0.577936	2.13999*
P/N	0.000170	0.000124	1.37612 (*)	Fe/Ca	1206.327	1486.891	0.81130
N/P	4.767573	4.388448	1.08639	Ca/Fe	0.000023	0.000017	1.30449*
Zn/Fe	0.027722	0.009014	3.07528 (*)	Fe/Mg	6970.988	18779.000	0.37121
Fe/Zn	1.799530	0.936811	1.29090	Mg/Fe	0.0000012	0.0000013	0.96240*
Zn/Cu	1.377596	0.765995	1.79853 (*)	Cu/Mn	0.004467	0.004438	1.00650
Cu/Zn	0.043881	0.031414	1.39684	Mn/Cu	85.89399	84.65100	1.01468*
Zn/Mn	0.026809	0.013681	1.95952 (*)	Cu/Ca	44.43616	42.44153	1.04699
Mn/Zn	13.80433	11.98970	1.15134	Ca/Cu	0.001980	0.001710	1.15554*
Zn/Mg	1501.813	1321.511	1.21948 (*)	Mn/Ca	7588.650	13945.33	1.26125*
Mg/Zn	0.000017	0.000018	0.98290	Ca/Mn	0.000015	0.000013	1.18526
Ca/Mg	0.923721	0.581004	1.58984 (*)	Mn/Mg	98614.75558	176147.5	0.55984
Mg/Ca	0.008618	0.006377	1.35141	Mg/Mn	0.0000014	0.0000013	1.09955*
Zn/Ca	305.0378	107.8740	2.82772 (*)	Cu/Mg	252.17840	616.3355	0.40915
Ca/Zn	0.000300	0.000210	1.48651	Mg/Cu	0.000154	0.0002	0.73730*

*Relación seleccionada.

Cuadro 2. Normas foliares de diagnóstico nutricional para el plátano cv. Hartón, expresadas en relación a la materia seca (M.S.).¹

Forma de expresión	Norma	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
N/M.S. (g/100g)	2.72	0.19	7.04
P/M.S. (g/100g)	0.21	0.03	14.02
K/M.S. (g/100g)	4.49	0.65	14.35
Ca/M.S. (g/100g)	0.96	0.26	27.17
Mg/M.S. (g/100g)	0.31	0.07	24.24
Zn/M.S. (mg/kg)	27.59	10.18	36.87
Fe/M.S. (mg/kg)	83.50	18.16	21.75
Cu/M.S. (mg/kg)	12.98	3.68	28.37
Mn/M.S. (mg/kg)	134.75	47.00	34.87

1. Normas desarrolladas con plantas de rendimiento mayor a 18 kg/racimo. con un promedio de 19.48 kg/racimo.

los Nutrimientos", según la metodología propuesta por Beaufils (7) y explicada por Walworth y Sumner (37) y por Rodríguez (21).

En relación a la magnitud de los valores de la desviación estandar y del coeficiente de variación de las normas presentadas en el cuadro 2 se considera lo siguiente. Los valores presentados, resultados del proceso de estudio de la población del cultivo, podrían parecer elevados, si son evaluados utilizando los criterios de la investigación controlada, en la cual, todas las variables que inciden sobre el crecimiento y la producción del cultivo, menos una o dos, son homogéneas y están uniformemente prefijadas. Sin embargo, los valores de la DS y el CV no pueden considerarse ni altos ni bajos, sino reales, debido a que ellos son el producto de trabajar abiertamente con la población de un cultivo sobre el cual, todas las variables que inciden sobre la producción no

están controladas y por lo tanto, están efectivamente actuando (7, 25, 26, 30, 31, 33).

Por las razones analizadas, en estas normas se está reflejando la variación real de esos parámetros en la población. Esta situación las convierte en universales, sin la dependencia espacial y temporal de la mayoría de la experimentación de campo controlada, sino mas bien, con las ventajas que tendría un gigantesco experimento multifactorial, que estuviese replicado en el tiempo y en el espacio, abarcando a la población total de un cultivo (7, 26, 32). En este mismo orden de ideas, Walworth y Sumner, (37), señalan como ejemplo, que para una base de datos de maíz a nivel internacional, proveniente de 8 000 observaciones, el coeficiente de variación para la norma Mg/M.S. cuyo valor es de 42 %, no envuelve problemas de interpretación puesto que, en esta situación, dicho valor representa la

Cuadro 3. Normas foliares de diagnóstico nutricional para el plátano cv. Hartón, expresadas en forma de productos o cocientes entre pares de elementos.¹

Forma de expresión	Norma	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)	Forma de expresión	Norma	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
NxZn	75.06	28.08	37.41	N/K	0.62	0.11	18.66
NxFe	226.58	50.48	22.28	(P/N)10	0.79	0.13	16.40
NxCu	35.32	10.39	29.41	(P/K)10	0.49	0.09	20.40
NxMn	365.97	130.82	35.75	Zn/Fe	0.34	0.15	45.42
NxCa	2.60	0.73	28.01	Zn/Cu	2.27	1.01	44.45
NxMg	0.83	0.20	24.58	Zn/Mn	0.22	0.11	48.27
PxZn	5.86	2.13	36.45	Zn/Ca	31.47	15.85	50.34
PxFe	17.87	4.88	27.29	Zn/Mg	94.03	36.80	39.14
PxCu	2.76	0.86	31.09	Cu/Fe	0.16	0.05	34.71
PxMn	28.78	11.00	38.23	Mn/Fe	1.66	0.64	38.23
PxCa	0.20	0.06	36.88	(Ca/Fe)10	0.12	0.04	35.77
(PxMg)10	0.65	0.17	21.75	(Mg/Fe)10	0.03	0.01	29.97
KxZn	123.41	46.98	38.06	Mn/Cu	11.24	5.14	45.72
KxFe	377.69	122.66	32.48	(Ca/Cu)10	0.80	0.34	42.92
KxCu	58.55	20.51	35.04	(Mg/Cu)10	0.25	0.10	41.16
KxMn	604.21	237.39	39.29	Mn/Ca	152.86	74.66	48.83
KxCa	4.28	1.44	33.78	(Mg/Mn)100	0.24	0.09	36.73
KxMg	1.36	0.39	28.88	Ca/Mg	3.21	0.89	27.83

1. Normas desarrolladas con plantas de rendimiento mayor a 18 kg/racimo, con un promedio de 19.48 kg/racimo.

real variación existente en los contenidos de los nutrimentos, en las subpoblaciones de más alto rendimiento. Además, la magnitud de esa variación, es sopesada contra el inverso del correspondiente coeficiente de variación, al ser considerado este valor, durante el calculo de los Indices de los Nutrimentos (37).

Comparando las normas para cada elemento en base a la materia seca con las previamente reportadas por otros autores se consiguió que casi todas ellas, se ubican en el rango elevado de suficiencia y que la norma

K/M.S., cuyo valor es de 4.49 %, está por encima de 3.96 %, el cual es el nivel sugerido por Kilmer (1968), citado por Soto (24), como adecuado para los cultivares del subgrupo plátano. Estos hechos se explicarían según Sumner (33), por los altos rendimientos que sirven de fundamento para la elaboración de la base de datos. Al efecto, Sumner (33), analiza evidencias experimentales, las cuales demuestran que mientras más alto es el nivel del rendimiento, más elevado es el valor de la norma correspondiente.

Conclusiones y recomendaciones

Se desarrollaron las normas de diagnóstico nutricional del plátano Hartón en Venezuela, bajo el modelo conocido como DRIS, acrónimo de Diagnosis and Recommendation Integrated System. Dichas normas son representativas de las condiciones de la zona productora de donde provienen las muestras, por lo cual aplicables para el diagnóstico nutricional del cultivo señalado.

Por las razones consideradas, se recomienda la utilización de estas normas, como herramienta del diagnóstico nutricional del plátano cv. Hartón. Con la incorporación progre-

siva de nuevos datos relevantes de otras localidades al banco de datos, se refinarían aún mas las normas y se ampliaría la confiabilidad de su utilización.

Se utilizaron unos 20 meses para el desarrollo de las normas a un costo moderadamente bajo. Por lo tanto, se recomienda el modelo conceptual y metodológico DRIS, para generar normas de diagnóstico nutricional de otros cultivos, debido a que el censo de los individuos con los mas altos rendimientos, constituye una vía alterna, económica y confiable para su elaboración.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del FONAIAP-Chama y de los

productores de plátano del sur del Lago de Maracaibo, Venezuela.

Literatura citada

1. Angeles, D. E., M. E. Sumner y E. Lahav. 1993. Preliminary DRIS norms for bananas. *J. of Plant Nutrition*. 16:1059-1070.
2. Bataglia, O.C. 1989. DRIS-Citros. Uma alternativa para avaliar a nutricao das plantas. *Laranja* 10:565-576.
3. Beaufils, E. R. 1954a. Mineral diagnosis of *Hevea brasiliensis*. *Arch. Rubbercult.* 2:1-71.
4. Beaufils, E. R. 1954b. Contribution to the study of mineral elements in field latex. *Proc. 3rd Rubb. Tech. Conf. London*. 87 p.
5. Beaufils, E. R. 1957. Research for rational exploitation of *Hevea brasiliensis*, using a physiological diagnosis based on the mineral analysis of various parts of the plant. *Fertilité* 3: 27p.
6. Beaufils, E. R. 1971. Physiological diagnosis. A guide for improving maize production, based on principles developed from rubber trees. *J. Fert. Soc. S. Afr.* 1:1-31.
7. Beaufils, E. R. 1973. Diagnosis and recommendation Integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. *Soil Science*. 1:1-132. University Natal. Sur Africa.
8. Beaufils, E. R. y M. E. Sumner. 1977. Effect of time of sampling on the diagnosis of the N, P, K, Ca and Mg requirements of sugar cane by the DRIS approach. *Proc. S. Afr. Sugartech. Assoc.* 51:62-67.
9. Beverly, R. B., J. C. Stark, J. C. Ojala y T. W. Embleton. 1984. Nutrient diagnosis of 'Valencia' oranges by DRIS. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 109:649-654.
10. Caldwell, J. 1991. Foliar and soil diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms for onions (*Allium cepa* L.) and the effects of N and S on yield and pungency. Thesis of Master of Science. University of Georgia. Athens, Georgia. EUA. 108 p.
11. Ganry, J. 1990. Las Investigaciones sobre bananos y plátanos en el Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumis. Situación actual y contexto internacional. *Fruits*, Número especial:7-22.
12. Jones, J. R. y V. Case. 1990. Sampling, Handling and Analyzing Plant Tissue Samples. pp. 389-427. En: *Soil Testing and Plant analysis*. SSSA Book. Series N° 3. 3ra edición. Westerman. Madison. Wi. EUA.
13. Langenegger, W. y H. Smith, 1978. An Evaluation of the DRIS system as applied to pineapple leaf analysis. *Proc. Int. Coll. Anal. Fert. Prob. DSIR Infor. Ser.* 134. New Zealand. pp. 263-273.
14. Letsch, W. S. y M. E. Sumner. 1984. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 15:997-1006.
15. Marchal, J. y R. Mallessard. 1979. Comparaison des immobilisations minerales de quatre cultivars de bananiers a fruits por cuisson at de deux 'Cavendish'. *Fruits* 34:373-392.
16. MARNR. 1981. Estudio de suelos semide-tallado. Sector rio Mucujepe-rio Escalante. Zona sur del Lago de Maracaibo. Series Informes Técnicos. Zona 5-IT-156. Venezuela. 266 pp.
17. Martin-Prevel, P. 1980a. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Première partie. *Fuits* 35:503-518.
18. Martin-Prevel, P. 1980b. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Deuxieme partie. *Fruits* 35:583-593.
19. Munson, R. y W. Nelson. 1990. Principles and practices in plant analysis. p. 359-387 En: *Soil testing and plant analysis*. SSSA Book. Series N° 3. 3ra edición. Westerman. Madison. Wi. EUA.
20. Nava, C. 1989. Problemática del cultivo de plátano en Venezuela. p. 643-653 En: *Memorias IX Reunión ACORBAT*. Venezuela.

21. Rodríguez, O. 1991. Alcances y relaciones entre la respuesta de la planta y la composición foliar, analizados bajo el esquema DRIS. *Revista Dept. de Suelos-UCLA. Serie Traducción*, N° 6. 16p.
22. Rodríguez, O. y E. Rojas. 1993. Normas preliminares de diagnóstico foliar (DRIS) para el naranjo 'Valencia' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en Venezuela. Trabajo de ascenso. Decanato de Agronomía. UCLA Cabudare. Venezuela. 41p.
23. Schaller, H., O. Lohnertz y H. Michel. 1995. Improvements of the DRIS-system and first experiences in grapevine nutrition with special consideration of the compositional nutrient diagnosis approach. *Acta Hort.* 383-Refereed paper: 171-199.
24. Soto, M. 1985. Bananos. Cultivo y comercialización. Litografía Lil. Costa Rica.
25. Sumner, M. E. y E. R. Beaufls. 1975. Diagnosis of the N, P and K requirements of sugar cane irrespective of plant age and season using Beaufls system (DRIS) - preliminary observations. *Proc. S. Afr. Sugar Tech. Assoc.* 49:137-141.
26. Sumner, M. E. 1975. An evaluation of Beaufls physiological diagnosis technique for determining the nutrient requirement of crops. *Soil Science.* 5:1-7. University of Natal. Sur Africa.
27. Sumner, M. E. 1977a. Applications of Beaufls diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant Soil.* 46:359-369.
28. Sumner, M. E. 1977b. Preliminary N, P and K foliar diagnostic norms for soybeans. *Agron. J.* 69:226-230.
29. Sumner, M. E. 1977c. Preliminary N, P and K foliar diagnostic norms for wheat. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 8:149-167.
30. Sumner, M. E. 1979. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. *Agron. J.* 71:343-348.
31. Sumner, M. E. 1986. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. International seminar on Leaf Diagnosis as a Guide to Orchard Fertilization. Food and Fertilizer Technology Center for Asia and Pacific Region. Suweon, Korea. Boletín # 231. Taiwan. 21 p.
32. Sumner, M. E. 1987. Field Experimentation: Changing to meet current and future needs. pp. 87-98. En: *Soil testing, sampling, correlation, calibration and interpretation.* SSSA, Special Publication N° 21. Soil Science Society of América. Inc. Madison, WI. EUA.
33. Sumner, M. E. 1990. Advances in the use and application of plant analysis. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 21:1409-1430.
34. Tarpley, M., D. Robinson, B. Gustavson y M. Eichhorn. 1985. The DRIS for interpretation of coastal bermudagrass analysis. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 16:1335-1348.
35. Walworth, J. 1985. The development of diagnostic soil and foliar norms for alfalfa. Ph. D. Dissertation, University of Georgia. Athens. Ga. EUA. 167 p.
36. Walworth, J., W. S. Letsch y M. E. Sumner. 1986. Use of boundary lines in establishing diagnostic norms. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:123-128.
37. Walworth, J. y M. E. Sumner. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Adv. Soil. Sci.* 6:149-188.
38. Walworth, J. y M. E. Sumner. 1988. Foliar diagnosis. A review. *Adv. Plant Nutr.* 3:193-241.