



Diagnóstico nutricional suelo-planta y fertilización en el plátano¹

Vianel Rodríguez Pérez²

¹Primer Simposio Internacional de Plátano y Banano, Santa Bárbara de Zulia-Venezuela.

²Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)

Recibido 21 de mayo 2009

RESUMEN

El objetivo de esta conferencia fue presentar los resultados de la investigación, obtenidos para el cultivo plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón), en la región Sur del Lago, Venezuela, a través de las 5 etapas de la fertilización: Muestreo, análisis, diagnóstico, recomendación y seguimiento o auditoría nutricional. Para el muestreo se mostraron los tamaños de muestras en suelos y hojas necesarios para realizar levantamientos nutricionales, bien con fines de investigación o extensión. Por su parte, para el análisis se discutió brevemente las variables a ser revisadas, tales como pH, Ca, S y B. Mientras que para el diagnóstico se presentaron los resultados obtenidos con los sistemas DRIS, nivel Crítico y análisis multivariado y en la fase de recomendación las respectivas dosis de fertilizantes y las estrategias de recuperación de la fertilidad; luego para finalizar el seguimiento o auditoría nutricional se abordó como la fase más relevante de la organización integral de la fertilización.

Palabras clave: *Musa* AAB Hartón, DRIS, Nivel Crítico, Multivariado, Diagnóstico y Recomendación

ABSTRACT

Soil-plant nutritional diagnosis and fertilization in banana

The objective of this conference was presented the results of the research, obtained for the culture plantain (*Musa* AAB subgroup Plantain cv. Hartón), in the region Sur del lago of Maracaibo, Venezuela, across 5 stages of the fertilization: Sampling, analysis, diagnosis, recommendation and nutritional audit. For the sampling the sizes of samples appeared in necessary soils and leaves to realize nutritional sampling, well with purposes of investigation or extension. For your part, for the analysis the variables were discussed brief to Ca, pH, S and B. Whereas for the diagnosis presented the results obtained with the systems DRIS, Critical level and multivariate analysis and in the phase of recommendation the respective doses of fertilizers and the strategies of recovery of the fertility; then to finish the nutritional audit I approach as the phase mas relevant of the integral organization of the fertilization.

Key words: *Musa* AAB Hartón, Soil.plant DRIS, Critical level, Multivariate, Recomendacion

INTRODUCCIÓN

La fertilización de los cultivos en Venezuela, han tenido pocas oportunidades de reorientación, primordialmente porque el tema se ha abordado de manera puntual como un problema de dosis y formulas de fertilizantes, la cual no lo es.

A nivel internacional, cuando la fertilización, parte de un enfoque más integrador, los resultados abarcan una variedad de cultivos, que van, desde los ampliamente conocidos, a los poco tradicionales tales como la producción de árboles de navidad (Rodríguez y Rodríguez, 2000).

Mientras que, a nivel nacional los avances se han orientado fundamentalmente en frutales, dado que son los menos estudiados por las dificultades de sus largos ciclos de vida tales como plátano Hartón (Rodríguez, 2003; Rodrí-

guez et al., 2007; 2005; 2004; 1997;1999; Rodríguez y Rodríguez, 1997), naranja Valencia (Hernández et al., 2008; Rodríguez, V., 2008a; 2008b; Lugo, 2008; Pérez, 2008; Lara, 2007; Gutiérrez, 2007; Rodríguez et al., 1997), Vid (Perozo, 2007), Guayaba (Agatón, 2007) y café (Arizaleta et al., 2006; 2002).

Este nuevo enfoque de la fertilización, integra un conjunto de actividades, que Malavolta en 1999, agrupó en 4 etapas, a saber: 1) Muestreo, 2) Análisis 3) Diagnóstico y 4) Recomendación. Adicionalmente, Rodríguez et al. (2009), indicaron que hay que incorporar una quinta etapa, la cual se refiere al Seguimiento o Auditoría Nutricional, la cual permitirá de manera permanente, realizar los ajustes necesarios a todas las etapas de Malavolta (1999), no tanto por los errores cometidos, sino porque la nutrición de la planta o

*Correspondencia: vianelr@ucla.edu.ve. Apdo 400. Barquisimeto. 3001. VENEZUELA. Tlf: 00xx58251-2592470 - Fax:00xx58251-2592304.

frutal es dinámica, cambiante y sus equilibrios nutricionales se amoldan a los ajustes que realiza continuamente el productor, a través de la fertilización.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados

obtenidos bajo este enfoque en el cultivo plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón), para la región Sur del Lago, Venezuela.

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL SUELO-PLANTA Y FERTILIZACIÓN

2.a. Muestreo.

2.a.1. Definición de los tamaños de muestras en suelos y hojas en los cultivos:

Hojas (Rodríguez, et al., 2005)

Mediante el Muestreo preliminar completamente al azar, se

colectaron de 1185 unidades experimentales (subpoblación finita (N)), provenientes de 1800 has, solo por su aspecto arquitectural o visualmente vegetativo. Los resultados se muestran en la tabla 1

Tabla 1. Tamaño de la muestra foliar corregida (n), con t igual a 1,96 (con grados de libertad al 5 %) y diferentes niveles de precisión a 5, 10 y 20 % de la media (x)

Parámetros	Nutrientes									
	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
n(0,05 x)	11	131	55	199	103	156	421	98	531	707
n (0,1 x)	3	36	14	57	28	44	144	27	202	322
n (0,2 x)	1	9	4	15	7	11	40	7	58	101

Adaptado de Rodríguez et al., (2005)

A continuación, mediante el Muestreo estratificado aleatorio se colectaron 114 unidades experimentales (subpoblación finita (N)), provenientes de 160 has, en los suelos de las unidades Chama # 1 (Unidad con 41114 has) y Padre #

37 (Unidad con 29563 has), ambas con tipo textural predominante de franco, con alta presencia de limos (Kijeswski et al., 1981). Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Tamaño de la muestra corregida (n), con t igual a 1,96 (con grados de libertad al 5 %) y diferentes niveles de precisión a 5, 10 y 20 % de la media (x).

Parámetros	Nutrientes									
	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
n(0,05 x)	12	16	24	68	39	80	33	80	63	77
n (0,1 x)	3	4	7	31	13	44	11	42	27	39
n (0,2 x)	1	1	2	10	4	15	3	15	8	13

Adaptado de Rodríguez et al., (2005)

Suelos

Para los efectos del Muestreo estratificado aleatorio en el muestreo para suelos colectaron 152 unidades experimentales (subpoblación finita (N)), provenientes de 160 has, en los suelos de las unidades Chama # 1 (Unidad con 41114 has) y Padre # 37 (Unidad con 29563 has), ambas con tipo textural predominante de franco, con alta presencia de li-

mos (Kijeswski et al., 1981). Los resultados se muestran en la tabla 3, para las variables de suelos, las cuales no presentan diferencias hasta los 40 centímetros de profundidad, mientras que en la tabla 4, encontrará las variables las cuales si se diferencian entre las profundidades de 0-20 cm y 21-40 cm:

Tabla 3. Tamaño de la muestra de suelos corregida (n), con t igual a 2,0 (con grados de libertad al 5 %) y diferentes niveles de precisión a 5, 10 y 20 % de la media (x).

Parámetros	Variables (0-40 cm)									
	pH	CE	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Mn	S
n(0,05 x)	1	50	135	83	57	129	150	145	63	151
n (0,1 x)	1	16	100	34	20	88	142	128	27	149
n (0,2 x)	1	4	50	11	6	40	120	87	8	140

Tabla 4. Tamaño de la muestra de suelos corregida (n), con t igual a 2,0 (con grados de libertad al 5 %) y diferentes niveles de precisión a 5, 10 y 20 % de la media (x).

Parámetros	Variables de suelos de 0-20 y 21-40 cm de profundidad							
	MO ₀₋₂₀	MO ₂₁₋₄₀	P ₀₋₂₀	P ₂₁₋₄₀	Zn ₀₋₂₀	Zn ₂₁₋₄₀	B ₀₋₂₀	B ₂₁₋₄₀
n(0,05 x)	139	114	83	76	122	140	128	127
n (0,1 x)	110	64	35	30	76	112	86	85
n (0,2 x)	60	23	11	9	31	63	38	36

2.a.2. Validación de técnicas de levantamientos nutricionales.

- Las técnicas de muestreo Completamente al Azar y Estratificado se demostraron ser alternativas rápidas (Menos de 12 meses), precisas (identifica el o los nutrientes problemáticos), reales (cuantifican e interpretan la realidad nutricional) y económicas (en frutales se requieren años de investigación para validar unos pocos nutrientes con los diseños tradicionales).

a) Análisis.

Se demostró la necesidad de revisar las metodologías analíticas para los nutrientes:

- pH, Ca, S y B para suelos y B y Mo foliar (Rodríguez, 2003).

- K (Querales, 2008).

- CIC (Querales et al., 2008).

- Ca (Cilia, 2008).

b) Diagnóstico.

c).1. Se generaron Normas de Referencia de diagnóstico nutricional en los para suelos y hojas en las metodologías indicadas, a continuación:

c.1.1. Normas en hojas bajo la metodología DRIS (Rodríguez y Rodríguez, 1997; Marroquin, 2005; Rodríguez et al., 2005)

c.1.2. Normas en suelos y hojas bajo la metodología del nivel crítico (Rodríguez, 2002).

c.1.3. Normas de suelos y hojas bajo la metodología del análisis multivariado (Rodríguez et al., 2007; Rodríguez, V., 2003).

c.1.4. Redes Neuronales Inteligentes (proyectos CD-CHT actualmente en ejecución).

d) Recomendación.

d.1. Se postularon dosis iniciales de fertilización, provenientes de la investigación local en fincas comerciales, para corregir los nutrientes y los desequilibrios detectados a través de la metodología de la regresión de los componen-

tes principales (Rodríguez et al., 2007; 2004; Rodríguez, V., 2003).

- Dosis de nitrógeno (proporción amonio/nitrato), calcio y potasio para plantas en vivero (Cilia, 2008; Cilia et al., 2008; Querales et al., 2008)

d.2 Las dosis se pueden individualizar por finca y de esa manera atender las interrogantes de fertilización, de manera simultánea para nutrientes de hojas y suelos por la unidad de suelos Chama y Padre (Rodríguez, 2003).

e) Seguimiento o Auditoría Nutricional.

De momento se pueden citar las ventajas de esta fase:

- Bancos de datos abiertos, es decir la información de la quinta etapa se incorpora al banco de datos y de esta manera, se evalúan constantemente y se registran, los cambios introducidos por la corrección de los nutrientes problemáticos.

Esta es una de las ventajas más tangibles, porque en tiempo real se ajustan los Valores de Referencias acordes a la realidad nutricional; en contraposición como los obtenidos en los ensayos tradicionales, las cuales son fijos, dado que la evaluación se centra en la aplicación de dosis de fertilizantes (Raj & Cantarella, 1997), y además, la muestra foliar y de suelos, se obtiene de una reducida parcela bajo un diseño en bloques al azar o factorial, organizada de esa manera con el fin de asegurar el control local.

- Planifica la recuperación de la fertilidad de suelos, acorde a cada productor, así de esta manera, productores con suelos problemáticos se les indica de inmediato si su suelo requiere 1 a 2 años o hasta 10 años para lograr el equilibrio óptimo.

- Permite la elaboración de software de interpretación y recomendación de fertilizantes Rodríguez, (2008b). Este aspecto es posible motivado a que se dispone de los valores de referencia y las dosis de fertilización basadas, de la realidad nutricional de toda la zona.

- Las calibraciones reseñadas se pueden utilizar indistintamente del enfoque agrícola: química, biológica, sustentable, autosostenible, biodinámica, etc.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Agatón C. 2007. Formas de Expresión DRIS en el cultivo de la guayaba. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Arizaleta, M; Rodríguez, Vianel Rodríguez y Orlando Rodríguez. 2006. Normas e Índices DRIS para la Evaluación Nutricional del Cafeto. Acta Científica Venezolana. 57(2):59-65.
- Arizaleta, Miguel; Orlando Rodríguez; Vianel Rodríguez. 2002. Relación de los índices DRIS, índice de balance de nutrientes, contenido foliar de nutrientes y el rendimiento del cafeto en Venezuela. Bioagro. 14 (3):153-159.
- Cilia, G. 2008. Nivel crítico para el calcio en un suelo dedicado al cultivo del plátano (*Musa AAB* subgrupo plátano c.v hartón) bajo dos métodos de análisis de suelo acetato de amonio y cloruro de amonio. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Cilia, G.; Rodríguez-Pérez, Vianel O. A. Rodríguez-Rodríguez.

- guez, J. J. Lorbés-Medina, Y. E. Perozo, A. A. Sanchez-Galindez. 2008. Proportion ammonia / nitrate in nursery plants Hartón Plantain (*Musa* AAB subgroup Plantain cv. Hartón). Memorias EUROSOIL 2008. Vienna Medical Academy:Vienna.
- Gutierrez, P. 2007. Selección y validación de las normas DRIS, provenientes de 3 métodos, mediante la técnica de la correlación en la naranja Valencia. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Hernández-Caraballo, Edwin; Orlando Rodríguez-Rodríguez y Vianel Rodríguez-Pérez. 2008. Evaluation of the Boltzmann equation as an alternative model in the selection of the high-yield subsample within the framework of the compositional nutrient diagnosis system. *Environmental and Experimental Botany*. 64:225-231.
- Kijeswski, J.; Colina, J.; Sleegmager, P.; Madero, Bojanowski, Z. 1981. Estudio de suelos semidetallado, sector río Mucujepé- río Escalante. Zona Sur del Lago de Maracaibo. Serie Informes Técnicos Zona 5-IT-156. MARNR. Maracaibo, 278 p.
- Lara Pérez, Lisbeth. 2007. Cálculo de las normas DRIS, por tres métodos en el cultivo de la naranja Valencia. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Lugo, O. 2008. Evaluación de la Universalidad de las Normas DRIS, desarrollado por Beaufils, para el Cultivo de Naranja *Citrus sinensis* Osbeck. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Malavolta, E. 1999. A diagnose foliar-passado, presente e futuro. In: Simpósio sobre Monitoramento nutricional para a recomendação da adubação de culturas. Piracicaba, 1999. POTAFOS.
- Querales L. H. 2008. Calibración de los métodos de análisis de suelo Acetato de Amonio y cloruro de Amonio en respuesta del plátano hartón (*Musa* AAB) a la fertilización con potasio. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Querales-Rivero, O. A. Rodríguez-Rodríguez, M. Gimenez-Montesinos, V. J. Rodríguez-Pérez, M. A. Henríquez-Rodríguez, C. E. Gomez. 2008. CEC and K critical level determined by ammonium acetate and ammonium chloride. Memorias EUROSOIL 2008. Vienna Medical Academy:Vienna.
- Pérez, C. 2008. Evaluación del Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), bajo diversos criterios de selección de formas de expresión en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) var. Valencia. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Perozo, Anibal. 2007. Efecto de la edad de la hoja sobre diferentes formas de expresión de los nutrientes de cinco cultivares de vid (*Vitis vinifera* L.). Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.C.L.A.
- Raij, B. van & Cantarella, H. 1997. A quadratic model for fertilizer recommendations based on results of soil analyses. In: Soil and plant analysis in sustainable agriculture and environment. ed. Hood & Benton Jones, New York:Marcel Dekker. 864 p.
- Rodríguez, O. y Rodríguez, Vianel. 2000. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional de plantas. Una revisión. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 17(6):449-470.
- Rodríguez, O., E. Rojas y M. E. Sumner. 1997. Valencia orange DRIS norms for Venezuela. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 28:1461-1468.
- Rodríguez, Vianel. 2008a. Recomendaciones de fertilización (Macros y micros) para la Naranja Valencia (L.) en el Eje Aroa-Yumare-Carabobo, Edo Yaracuy. Proyecto de Desarrollo Agrícola. UCLA-PDVSA social.
- Rodríguez, Vianel. 2008b. Software para recomendaciones de fertilización (Macros y micros) para la Naranja Valencia (L.) en el Eje Aroa-Yumare-Carabobo, Edo Yaracuy. Proyecto de Desarrollo Agrícola. UCLA-PDVSA social.
- Rodríguez, V. 2003. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo na cultura do plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón). Piracicaba, 70 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Rodríguez, Vianel. 2002. Propuesta metodológica para analizar datos provenientes de bajos niveles de muestreo en plátano Hartón (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón). Barquisimeto, 47 p. Monografía (Trabajo de Ascenso). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- Rodríguez P. Vianel.; Rodríguez, O.; Henríquez, M.; Sánchez, A.; Malavolta, E.; Gimenez, M.; Oltra, M. 2009. Interpretación de análisis foliares, sus fundamentos y uso del DRIS" Editorial OPSU:Caracas, 114 p.
- Rodríguez, Vianel, Eurípedes Malavolta, Aymara Sánchez, Orlando Rodríguez, Osmir Lavoranti y Elicel Guerra. 2007. Soil and Plant Reference Norms for Evaluating Horn Plantain Nutritional Status. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 38 (9 & 10):1371-1383.
- Rodríguez, Vianel, Ana da Silva y Orlando Rodríguez. 2005. Balance nutricional y número de hojas como variables de predicción del rendimiento del Plátano Hartón. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (2): 175-177.
- Rodríguez, Vianel, Eurípedes Malavolta, Aymara Sánchez y Osmir Lavoranti. 2004. Balance nutricional de referencia de suelos y hojas en el cultivo del plátano Hartón. *Bioagro* 16(1):39-46.
- Rodríguez, Vianel; Aymara Sánchez, Orlando Rodríguez, David Govea y Hermes Rosales. 2005. Propuestas metodológicas para determinar el tamaño de las muestras foliares en plátano hartón. Memorias II seminario internacional sobre producción, comercialización e industrialización de plátano. Manizales, Caldas, Colombia.
- Rodríguez, V. y Rodríguez, O. 1997. Normas preliminares de diagnóstico foliar (DRIS) para el plátano Hartón (*Musa* AAB Subgrupo Plátano cv. Hartón), en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 14 (3):285-296, 1997.
- Rodríguez, Vianel.; O. Rodríguez; P. Bravo. 1999. Índice de balance de nutrimentos para la predicción del rendimiento del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 16(5):488-49.