

Indice de balance de nutrimentos para la predicción del rendimiento del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón)

Nutrient balance indexes for yield prediction of plantain (*Musa* AAB plantain subgroup cv. Harton)

V. Rodríguez¹, O. Rodríguez¹ y P. Bravo²

Resumen

Se generó una ecuación de regresión entre los Indices de Balance de Nutrimentos DRIS (IBN-DRIS) y el rendimiento del plátano. Para ello, se recogieron muestras de hojas de 1050 plantas de plátano según la normativa MEIR, en el sur del Lago de Maracaibo y en el estado Yaracuy, Venezuela. Se seleccionaron 313 unidades experimentales, con rendimientos promedios de 12,9 y 19,6 kg/racimo, respectivamente, para generar los Indices de los Nutrimentos DRIS (IN-DRIS) y los IBN-DRIS de cada una. Los IN-DRIS permiten organizar secuencialmente a los nutrimentos, en el orden en el cual limitan el rendimiento. Con los 313 datos de IBN-DRIS fue generada una ecuación de regresión que correlaciona el rendimiento con los valores del IBN-DRIS. Con esta ecuación desarrollada, o gráficamente con la curva que relaciona los IBN-DRIS con el rendimiento, se puede predecir el rendimiento potencial de cualquier plantación, a partir de los datos de análisis convencionales de tejido.

Palabras clave: índices nutricionales, ecuación de rendimiento, análisis, balance.

Abstract

An equation of regression between the DRIS Nutrient Balance Indexes (DRIS-NBI) and the plantain yield was developed. A total of 1050 plantain leaves samples were taken up according with the MEIR normative at the south of the Maracaibo lake and at the Yaracuy state Venezuela, 313 experimental units with average yields of 12.9 and 19.6 kg/bunch respectively were selected to derive their DRIS Nutrient Indexes (DRIS-NI) and their DRIS-NBI's. The DRIS-NI

Recibido el 12-03-1999 ● Aceptado el 15-07-1999

1. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado. Apartado 400. Barquisimeto. Venezuela. Fax: 58-51-592304, 58-51-610950. e-mail:vianel@intercon.net.ve; orodrigu@telcel.net.ve

2. Departamento de Fisiología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. E. Aragua. Venezuela. Telefax: 58-43-464143.

permits to organize sequentially the nutrients, in the order they limit yield. With the 313 DRIS-NBI data, a regression equation that correlates yield with the NBI-DRIS was developed. With that developed equation, or graphically, with the curve that correlates the DRIS-NBI's with yield, the potential yield of any plantain plantation could be predicted, using conventional leaves analysis data.

Key words: Nutritional indexes, yield equation, analysis, balance.

Introducción

El plátano Hartón (*Musa AAB*, subgrupo plátano cv. Hartón) se cultiva en toda Venezuela (6). La superficie estimada para 1996 es de 62.557 hectáreas, con una producción de 525.723 Mg, las cuales aportaron el 17,2 % del total de la producción de frutas del país (3). Se estima que unos 20.000 Mg se destinan a la exportación (6).

Tradicionalmente el diagnóstico del estado nutricional y las recomendaciones de fertilización del plátano Hartón están basadas en los análisis de suelos y en los rangos de suficiencia en tejidos, desarrollados para otras musáceas del grupo AAA, de quienes difiere ampliamente.

Rodríguez y Rodríguez (8), generaron normas de diagnóstico bajo el esquema DRIS, como alternativa para la evaluación nutricional del plátano en Venezuela. Con el uso de esas normas DRIS y con los análisis convencionales de tejido, se pueden calcular los Índices de los Nutrimientos (IN-DRIS) de cualquier plantación, procedimiento que permite determinar secuencialmente el orden en el cual cada nutrimento limita el rendimiento y posteriormente obtener, a través de la suma algebraica de los valores absolutos de esos IN-DRIS, el denominado Índice de Balance de los

Nutrimientos (IBN-DRIS).

El Índice de Balance de los Nutrimientos (IBN-DRIS), determina el grado de balance o desbalance nutricional de un cultivo con respecto a un óptimo (13). Estos autores han reportado que, mientras mayor sea el desbalance nutricional en la muestra de tejido, mayor serán los IBN-DRIS y viceversa.

Sin embargo, el nivel de balance (IBN-DRIS) por si solo, no permite determinar o predecir el rendimiento obtenible. Por lo tanto, se requiere adicionalmente, determinar una ecuación de regresión que correlacione el rendimiento con los valores del Índice de Balance Nutricional (IBN-DRIS) y de esta manera, predecir el rendimiento potencial de cualquier plantación en una situación ideal, a partir de datos de análisis de tejido convencionales.

Walworth y Sumner (13), establecen que cuando la sumatoria de los IN-DRIS es alta (IBN-DRIS alto), uno o más de los elementos nutricionales (Ejemplo: N, K, etc.) limitan el rendimiento y por lo tanto no se puede esperar que sea alto. Sin embargo, también puede obtenerse bajos valores de rendimiento, cuando otros nutrimentos no evaluados en las normas DRIS u otros factores

ambientales estén limitando el rendimiento. Por lo tanto, una acertada predicción del rendimiento con los IBN-DRIS solo es totalmente válida, cuando todos los demás factores que limitan el rendimiento, se encuentren en su óptimo. Esto indica que se requiere experiencia y un adecuado conocimiento de los requerimientos del cultivo (condiciones ambientales, plagas y enfermedades, densidad de plantación, malezas, manejos culturales, etc.) para realizar adecuados diagnósticos y

recomendaciones.

En el presente trabajo se plantearon dos objetivos básicos:

Desarrollar una ecuación de regresión que correlacione el rendimiento del plátano Hartón con los valores del Índice de Balance Nutricional (IBN-DRIS).

Desarrollar una gráfica de predicción del rendimiento para el plátano, utilizando datos de análisis foliares, bajo la perspectiva del sistema DRIS.

Materiales y métodos

Para determinar las variables a estudiar, se siguió el esquema metodológico propuesto por Rodríguez y Rojas (7), Rodríguez y Rodríguez (8), quienes utilizan como marco conceptual y metodológico los postulados del sistema DRIS según Beaufils (1) y Walworth y Sumner (14). En tal sentido, se definió lo siguiente:

Fase de planificación y campo. Definición de los límites y de la magnitud de la población a muestrear: Se seleccionaron las principales zonas productoras del país, por lo que, el universo estuvo formado por fincas de los estados Mérida, Zulia y Yaracuy. La zona productora de plátano del Estado Yaracuy pertenece a la zona de vida de Bosque seco premontano, con promedios anuales de temperatura de 25°C y precipitación de 1513 mm. Las zonas productoras de plátanos de los Estados Zulia y Mérida pertenecen a la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical, con promedios anuales de temperatura de 26,8 °C, humedad relativa de 83% y

precipitación de 1632 mm.

En las zonas productoras, se procedió a ubicar las fincas cuyos registros de producción reflejaran rendimientos promedios superiores a 10 kg/racimo, quedando seleccionadas finalmente, 19 fincas con una superficie total de 1650 hectáreas, ubicadas en ambas márgenes del río Chama, a lo largo de unos 70 kilómetros de carretera en los Estados Zulia y Mérida y en dos localidades del estado Yaracuy.

Definición de la unidad experimental: Se seleccionó como unidad experimental la cepa constituida por dos plantas de plátano cv. Hartón y la madre a inicios de la fase de desarrollo del racimo (Según la normativa de muestreo foliar E.I.R.).

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 (M.E.I.R.) (4, 5).

Definición del esquema de

medición de la producción: Dada la homogeneidad de la edad de las plantas seleccionadas, aproximadamente 9 a 11 semanas después de tomada la muestra de hojas, se procedió a pesar los racimos.

Definición de la población a utilizar: Se procesaron alrededor del 20% (313 muestras) del total de las muestras colectadas, en atención a trabajos previos de Sumner (12); Rodríguez y Rojas (7); Rodríguez y Rodríguez (8). Las 313 unidades experimentales, estuvieron constituidas por aquellas plantas cuyos racimos pesaron sobre los 10 kilogramos.

Para el cálculo de los IBN-DRIS se realizó una selección final de 282 muestras, con peso máximo de 25,5 kg/racimo y mínimo de 10 kg/racimo, siendo la media de la subpoblación de 17,18 kg/racimo.

Fase de laboratorio. Definición de los métodos analíticos de procesamiento de las muestras:

El potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso se

determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (2), el nitrógeno por el método Micro-Kjeldahl y el fósforo por colorimetría ultravioleta en solución vanado-molibdica.

Fase de cálculo. La Metodología utilizada para el desarrollo de los Índice de Balance de Nutrientes (IBN-DRIS) en el plátano Hartón, consistió de tres etapas:

Calculo en cada muestra foliar de los índices de cada uno de los nutrientes (IN-DRIS), mediante una hoja de calculo diseñada en Microsoft Excel 97 (10), la cual se basa en las formulas de la metodología DRIS (14).

Calculo del Índice de Balance de los Nutrientes (IBN-DRIS) de cada muestra foliar (14), mediante la suma del valor absoluto de los IN-DRIS (suma de los valores IN-DRIS, independientemente del signo de cada uno de ellos).

Finalmente se procedió a analizar los valores del peso del racimo contra los IBN-DRIS con el programa estadístico SYSTAT versión 5.04.

Resultados y discusión

Los resultados de los análisis foliares, reportaron 282 datos para cada elemento analizado, para un total de 2538 datos, las cuales posteriormente generaron 2538 índices DRIS por cada elemento reportado en los análisis foliares. A esa base de datos, hubo que agregarle 282 índices DRIS para un total de 2820 índices, las cuales correspondieron al índice de la materia seca

Así de esta manera se obtuvo el valor del IBN-DRIS por cada muestra

analizada, a través de la sumatoria de 10 índices DRIS (Índices del N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn y de la materia seca). Los IBN-DRIS por ser relaciones, carecen de unidades de expresión.

El máximo valor del IBN-DRIS obtenido al realizarse su determinación con la hoja de cálculo desarrollada por Rodríguez y Rodríguez (10) fue de 295 y el mínimo de 24,9.

El valor medio de los IBN-DRIS de la subpoblación de 282 muestras fue

de 95,1. Se obtuvo un coeficiente de variación de 20 % para los pesos y de 62,8% para los IBN-DRIS. La desviación estándar determinada fue de 3,46 para los pesos y de 59,72 para los IBN-DRIS.

Con relación a la magnitud de los valores de la desviación estándar y del coeficiente de variación de los IBN-DRIS se debe señalar, que estos valores no se pueden considerar altos ni bajos sino reales, debido a que son el producto de trabajar abiertamente con la población de un cultivo sobre el cual todos los factores que inciden sobre la producción no están controlados. Por lo tanto, esos factores están efectivamente actuando sobre el rendimiento y hacen que su variación sea amplia.

Similares resultados y conclusiones reportó Sumner (11), con el cultivo del maíz, en este caso, el cálculo fue realizado con datos provenientes de diversos experimentos NPK, de los cuales Sumner (11) señala, que no son suficientes elementos nutricionales, para poder predecir el rendimiento en el cultivo del maíz.

El análisis de varianza para la regresión determinó que la correlación entre el peso y los IBN-DRIS fue altamente significativo (al 1%). El esquema gráfico de correlación de los IBN-DRIS del plátano Hartón con su rendimiento se presenta en la figura 1.

El modelo de correlación que más se ajusta a los datos obtenidos es el exponencial. Los índices de ajuste obtenidos fueron: a) Para correlación (r) de 0,847 y b) Para determinación (R^2) de 0,717.

La ecuación de regresión

generada es la siguiente: $Y = 22.510 + 0,997^{(X_i)}$.

En esta ecuación de regresión, están representadas las distintas condiciones que afectan al rendimiento en un rango de 10 a 25,5 kg/racimo, de las zonas productoras de plátano en Venezuela de donde provienen las muestras foliares. Esta situación les confiere un alto nivel de confiabilidad y las hace aplicables para el diagnóstico nutricional del cultivo y para la estimación de su rendimiento potencial. Sin embargo, con la incorporación progresiva de nuevos datos, los elementos azufre y boro y la información de los factores ambientales, se incrementaría la confiabilidad de su utilización.

En el presente estudio, un 71,7 % de los IBN-DRIS son explicados por la ecuación de regresión generada. Esta situación puede mejorarse sensiblemente, cuando los IBN-DRIS puedan evaluar los elementos azufre, boro y otros elementos nutricionales, los cuales no están reportados en las normas DRIS para el plátano Hartón de Rodríguez y Rodríguez (8).

El tiempo requerido por los autores para la ejecución del trabajo de campo y de oficina, para en definitiva desarrollar las normas DRIS y los IBN-DRIS para el plátano Hartón fue de 24 meses, lo cual convierte a la metodología general seguida, en una alternativa económica y rápida para desarrollar normas de evaluación nutricional para otros cultivos. La economía de tiempo y recursos lograda y lo poco permanente en el tiempo que suelen ser los planes de trabajo en nuestras condiciones, hacen al sistema DRIS especialmente adaptado para

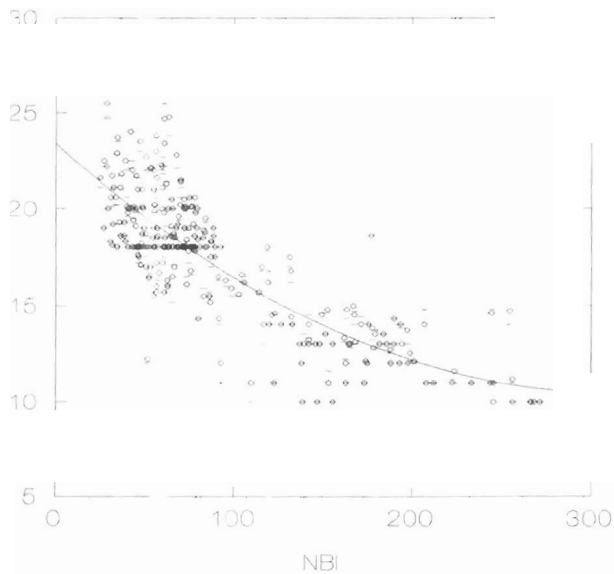


Figura 1. Representación gráfica de la correlación entre el peso del racimo (kilogramos) y los NBI-DRIS.

frutales perennes tropicales (9).

Por las ventajas nombradas y al mismo tiempo, la vigencia de una economía globalizada que avanza vertiginosamente y en la cual una de las mayores limitantes es la escasez de recursos, convierten casi indefectible-

mente al sistema DRIS, en la única alternativa actualmente viable de emprender la tarea de generación de normas de diagnóstico para los cultivos tropicales en las naciones de economía emergente.

Conclusiones y recomendaciones

Se generó en este trabajo una ecuación de regresión que relaciona los IBN-DRIS (Índice de Balance de Nutrición) del plátano Hartón con su rendimiento, con la cual se puede predecir el rendimiento potencial de ese rubro.

Se desarrolló en este trabajo un esquema gráfico de correlación entre los

IBN-DRIS del plátano Hartón y su rendimiento, el cual permite predecir el rendimiento potencial de ese rubro.

Se recomienda la utilización de la ecuación de regresión o en su defecto, el esquema gráfico desarrollado, como herramienta del diagnóstico nutricional del plátano cv. Hartón en Venezuela.

Agradecimiento

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento y apoyo de: CDCHT-UCLA, proyecto 03-12A-96; convenio CONICIT-UCLA F-57; Unidad de Investigación en Suelos y Nutrición de

Plantas, Decanato de Agronomía, (UCLA); productores de plátano del sur del Lago de Maracaibo y de Yaracuy, Venezuela.

Literatura citada

1. Beaufils, E. 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. Bull. 1. University of Natal. (Sur Africa).
2. Jones Jr., J. y Case, V. 1990. Sampling, Handling and Analyzing Plant Tissue Samples. In: Soil Testing and Plant Analysis. SSSA Book Series N° 3. 3^{ra} edic. Westerman. Madison. Wi. EUA
3. M.A.C. 1997. DIR. GRAL. Sectorial de producción. División de frutales, café y cacao. Caracas.
4. Marchal, J. y Mallessard, R. 1979. Comparaison des immobilisations minerales de quatre cultivars de bananiers a fruits por cuisson at de deux "Cavendish". Fruits. 34(6):373-392.
5. Martin-Prevel, P. 1980a. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Première partie. Fruits 35(9):503-518.
6. Nava, C. 1997. El Plátano, su cultivo en Venezuela. Ediciones Astro Data. Maracaibo. 122 p.
7. Rodríguez, O. y Rojas, E. 1993. Normas preliminares de diagnóstico foliar (DRIS) para el naranjo "Valencia", *Citrus sinensis* (L.) Osbeck en Venezuela. Trabajo de ascenso. Decanato de Agronomía. U.C.L.A. Cabudare. Venezuela.
8. Rodríguez V. y Rodríguez, O. 1997. Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 14:285-296.
9. Rodríguez, O., Rojas, E. y Sumner, M. 1997. Valencia Orange DRIS Norms for Venezuela. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 28:1461-1468
10. Rodríguez V. y Rodríguez O. 1998. Hoja de cálculo de Indices DRIS e IBN-DRIS. Material de apoyo. Curso de Nutrición Mineral. IX Jornadas de Investigación del Decanato de Agronomía. U.C.L.A. Junio 1998. Barquisimeto. Venezuela.
11. Sumner, M. 1977a. Use of DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 8:231-268.
12. Sumner, M. 1990. Advances in the use and application of plant analysis. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 21:1409-1430.
13. Walworth, J. y Sumner, M. 1987. The diagnosis and recommendation Integrated System (DRIS). Adv. Soil Sci. 6:149-188.
14. Walworth, J. y Sumner, M. 1988. Foliar diagnosis. A Review. Adv. Plant Nutr. 3:193-241.