

Relación entre el balance nutricional y la biometría del plátano (*Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón*) y su efecto sobre el rendimiento¹

Relationship between the nutritional balance and the biometry of the plantain (*Musa AAB subgroup plantain cv. Hartón*) and its effect on yield

V. Rodríguez, D. Bautista, O. Rodríguez y L. Díaz

Resumen

Entre 1996 y 1998, se evaluó la relación entre el balance nutricional del plátano (Índices de Balance de Nutrientes o IBN-DRIS), algunas variables biométricas de la planta madre (número de hojas; largo, ancho y la relación foliar (largo/ancho) de la hoja III) y su rendimiento. Se seleccionaron 265 plantas con rendimientos entre los 11 y 22,3 kg/racimo, en un área del orden de las 1750 ha en los estados Mérida y Zulia. Los resultados indican que el peso del racimo se correlaciona significativamente con las variables IBN-DRIS y el número de hojas, pero no, con las otras variables. Estos resultados permitieron desarrollar la ecuación de regresión lineal múltiple: $\hat{Y} = 13,788 + 0,419X_1 - 0,027X_2$, la cual permite estimar el rendimiento del plátano (Y) con relación al número de hojas de la planta (X_1) y a los IBN-DRIS (X_2). Esa ecuación tiene una bondad de ajuste del modelo de 0,749. La relación entre el rendimiento y el número de hojas es directamente proporcional, pero es inversamente proporcional con los IBN-DRIS (X_2). Esto indica que a mayor número de hojas y menor desbalance nutricional, mayor es el peso del racimo.

Palabras clave: IBN-DRIS, hoja III, planta madre, racimo, ecuación.

Abstract

The relationship among the nutritional balance (Nutrient Balance Index or NBI-DRIS) of the plantain and several biometric variables of the mother stump (number of leaves, length, width and foliar relation of the III leaf) and with yield were evaluated between 1996 and 1998. Two hundred and sixty five plants with yields between 11 and 22.3 kg/bunch were chosen from an area around 1750 ha in the Zulia and Merida states. Results showed that the weight of the bunches are significantly correlated with NBI-DRIS values and with the number of

Recibido el 31-05-1999 ● Aceptado el 15-07-1999

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Lara, Venezuela.

leaves but not correlated with the other variables studied. The actual results allowed to develop the following of multiple linear regression equation: $\hat{Y} = 13788 + 0,419X_1 - 0,027X_2$ which permits to estimate the yield of the crop (Y) in relationship to the number of leaves (X_1) and the NBI-DRIS (X_2). The developed equation has a model benefit of adjust of 0.749. The relationship between yield and number of leaves (X_1) is directly proportional but is inversely proportional to the NBI-DRIS (X_2). These results indicate that the lower nutritional imbalance and the larger number of leaves, higher is the weight of the bunch.

Key words: IBN-DRIS, III leaf, mother stump, bunch, equation.

Introducción

El plátano Hartón (*Musa AAB* subgrupo plátano cv. Hartón) se cultiva en toda Venezuela (8). Información sobre su morfología (13, 3, 4) asociada con su rendimiento es de relevante importancia en el manejo del cultivo (16, 2). Ha sido reportado que existe la necesidad de generar una ecuación que integre el estatus nutricional y otras variables, con el fin de mejorar la predicción del rendimiento (9, 16).

En el presente trabajo se pretende evaluar la relación funcional que pueda existir entre una subpoblación de plátano Hartón con rendimiento de 11 a 22,3 kg/racimo, el balance nutricional medido a través de los Índices de Balance de Nutrientes (IBN-DRIS) y las variables biométricas: número de hojas de la planta madre, largo, ancho y relación foliar de la hoja III.

Según Walworth y Sumner (16), los Índices de Balance de los Nutrientes (IBN-DRIS), constituyen una herramienta de diagnóstico, que permite determinar el grado de balance (o desbalance) nutricional de un cultivo con respecto a un óptimo. Estos autores han reportado que, mientras mayor sea el desbalance nutricional en la muestra de tejido, mayor serán los

IBN-DRIS y viceversa. Walworth y Sumner (16), establecen que cuando el IBN-DRIS es alto, uno o más de los elementos nutricionales (Ejemplo: N, K, etc.) limitan el rendimiento y por lo tanto no puede ocurrir un alto rendimiento. Por contraposición, valores bajos de los IBN-DRIS, cercanos a cero, asociados con bajos rendimientos, sugieren la existencia de factores no nutricionales como los responsables de los bajos rendimientos. Los IBN-DRIS por ser relaciones, carecen de unidades de expresión.

La selección de las variables biométricas estuvo basada en los trabajos de Haddad y col. (3), los cuales determinaron la contribución del número de hojas al vigor en algunas musáceas. Arcila y col. (1), determinaron en plátano Dominico Hartón (*Musa AAB* subgrupo plátano cv. Dominico Hartón), que para obtener un racimo de buen peso y calidad, las plantas deben mantener, como mínimo, seis hojas funcionales hasta los 45 días de edad del racimo. Swennen y De Langhe (14) determinaron que el plátano nigeriano (*Musa AAB* subgrupo plátano cv. Agbagba o Libanga Likale o Falso Hartón), con un alto número de hojas emitidas es

capaz de emitir racimos de alto peso. La alta productividad de ese cultivo se encuentra vinculada con un bajo número de hojas muertas o inactivas y, por lo tanto, con una elevada área foliar total de la planta en cualquier período de su crecimiento.

En este trabajo se planteó el siguiente objetivo: Establecer una ecuación de regresión múltiple que

permita estimar el rendimiento (kilogramos/racimo) del plátano Hartón en función de los Índices de Balance de Nutrientes (IBN-DRIS) calculados según metodología descrita por Rodríguez y Rodríguez (12) y las variables biométricas: número de hojas de la planta madre, largo, ancho y relación foliar (largo/ancho) de la hoja III.

Materiales y métodos

Fase de planificación y campo:

Definición de los límites y de la magnitud de la población a muestrear. Se seleccionaron las zonas más productoras del país, por lo que el universo estuvo formado por fincas de los estados Zulia y Mérida, Venezuela. Las zonas productoras de plátanos de dichos estados pertenecen a la zona de vida bosque húmedo tropical, con temperatura promedio de 26,8°C, humedad relativa promedio de 83 % y una precipitación promedio anual de 1632 mm. Una vez establecidos en las zonas productoras, se procedió a ubicar las fincas, cuyos registros de producción tuviesen rendimientos promedios entre los 10 a 25 kg/racimo. Se seleccionaron 19 fincas con una superficie total de 1650 hectáreas, ubicadas en ambas márgenes del río Chama a lo largo de unos 70 kilómetros de carreteras en los estados Zulia y Mérida.

Definición de la unidad experimental. Se seleccionó como unidad experimental la cepa constituida por dos plantas de plátano cv. Hartón: La planta madre, a inicios de la fase reproductiva (Según la normativa establecida por el Muestreo

Internacional de Referencia (M.E.I.R.) (6, 7) y su respectivo hijo sin importar su estado de desarrollo.

Definición del esquema de medición de las características biométricas. Se determinaron en la planta madre, las características biométricas siguientes: Número de hojas activas, largo y ancho de la hoja III, relación foliar (largo/ancho) de la hoja III. Dada la homogeneidad de la edad de las plantas muestreadas, aproximadamente 9 a 11 semanas después se procedió a pesar los racimos.

Definición de la población a utilizar. Se procesaron 398 muestras del total de las muestras colectadas, en atención a trabajos previos de Sumner (15); Rodríguez y Rojas, (10); Rodríguez y col. (11); Rodríguez y Rodríguez (12). Las 398 unidades experimentales estuvieron constituidas por aquellas plantas cuyos racimos pesaron sobre los 10 kg, con peso máximo de 25,5 kg/racimo y mínimo de 10,0 kg/racimo, siendo la media de la subpoblación de 16,81 kg/racimo. Para el cálculo de los IBN-DRIS se realizó una selección final de 265 muestras con peso máximo de 22,3

kg/racimo y mínimo de 11 kg/racimo, siendo la media de la subpoblación de 16,78 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, el nitrógeno por el método Micro-Kjeldahl y el fósforo por colorimetría ultravioleta en solución vanado-molibdica (5).

Fase de cálculos:

Metodología para el desarrollo de los índices de balance de nutrientes (IBN-DRIS)

Se calcularon en cada muestra

foliar, los índices de cada uno de los nutrientes (IN-DRIS), mediante una hoja de cálculo diseñada en Microsoft Excel 97 (13), la cual se basa en las fórmulas de la metodología DRIS (16).

Se cálculo del Índice de Balance de los Nutrientos (IBN-DRIS) de cada muestra foliar (16), 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 datos experimentales mediante el análisis de regresión múltiple y estadística descriptiva con el programa SYSTAT versión 5.04.

Modelo de regresión múltiple a analizar:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \varepsilon_i$$

donde:

Y_i : rendimiento (kg/racimo) del plátano Hartón

X_1 : número de hojas de la planta madre

X_2 : índice de balance de nutrientes

(IBN-DRIS)

X_3 : largo de la hoja

X_4 : ancho de la hoja

X_5 : relación foliar (largo/ancho) de la hoja III.

Resultados y discusión

El análisis de regresión múltiple para las cinco (5) variables estudiadas demostró que las variables IBN-DRIS y número de hojas de la planta madre afectan significativamente al peso del racimo, mientras que las variables largo, ancho y relación foliar de la hoja III, no afectan significativamente esta variable; estos resultados son presentados en el cuadro 1.

La relación funcional que existe entre el rendimiento y las variables que

mostraron significación estadística, queda establecida a través de la ecuación de regresión múltiple:

$\hat{Y} = 13,788 - 0,027X_1 + 0,419X_2$, la cual presenta una bondad de ajuste (r^2) de 0,749 y un coeficiente de correlación (r) de 0,865** altamente significativo, indicando que existe asociación entre el rendimiento y las variables de predicción incluidas en la ecuación.

La fracción del rendimiento que es explicada por las variables IBN-

Cuadro 1. Pruebas parciales de F para las variables: rendimiento (kg/racimo) del plátano Hartón (Y), número de hojas de la planta madre (X₁), índice de balance de nutrientes (IBN-DRIS) (X₂), largo (X₃), ancho (X₄) y relación foliar (largo/ancho) de la hoja III (X₅). Modelo: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \epsilon_i$

Variabes	Coefficientes (β_1)	T	P
Constante	9,294	0,947	0,345 ^{ns}
X1	-0,024	-11,322	0,000 ^{**}
X2	0,376	10,413	0,000 ^{**}
X3	0,014	0,369	0,713 ^{ns}
X4	0,021	0,171	0,865 ^{ns}
X5	-0,225	-0,072	0,942 ^{ns}

P: Probabilidad, ns P > 0,05; *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001

DRIS y número de hojas de la planta madre a través del modelo de regresión fijado es del 74,90% (r²), lo que indica una adecuada precisión de las estimaciones. Walworth y Sumner (16) y Sumner (15) señalan que al incluir otras variables de predicción del estado nutricional, como lo serían las biométricas, las edáficas, las climáticas, etc., las estimaciones del rendimiento a través de las ecuaciones generadas, deben tener una mayor precisión.

La relación entre el rendimiento expresado como peso del racimo y el balance nutricional medido a través de los Índices de Balance de Nutrientes (IBN-DRIS) es inversamente proporcional, lo que indica mayor desbalance de nutrientes a medida que se incrementa el IBN-DRIS. Estos resultados permiten señalar que un mayor desbalance nutricional conduce a la producción de racimos de menor peso. Estos resultados ratifican lo reportado por Walworth y Sumner (16) y Rodríguez y col. (9), quienes señalan

que el rendimiento generalmente se incrementa con la disminución de los IBN-DRIS.

La relación lineal positiva entre el rendimiento y el número de hojas de la planta madre, indica que a medida que se aumenta el número de hojas, se incrementa proporcionalmente el peso del racimo. Estos resultados coinciden con los discutidos por Swennen y De Langhe (14) y Arcila y col. (1), quienes consideran importante que las plantas próximas a florecer deben mantener un número suficiente de hojas funcionales y con los de Rodríguez y col. (9), quienes reportan que las subpoblaciones de mas alto rendimiento, se caracterizan por presentar un elevado número de hojas y una relación foliar (largo/ancho) de la hoja III, de valor más elevado.

La ecuación de regresión lineal múltiple que establece la relación entre el rendimiento del plátano Hartón en función del balance y la variable biométrica número de hojas de la planta madre se representa

gráficamente en la figura 1.

La ecuación generada permite estimar el rendimiento en un rango de 11,0 a 22,3 kg/racimo, con un número de 5 a 18 hojas de la planta madre, mientras que el índice de balance de

nutrientes (IBN-DRIS), varió dentro de un intervalo de 22,01 a 265,87; los que corresponden a los valores mínimos y máximos de las variables de predicción (cuadro 2).

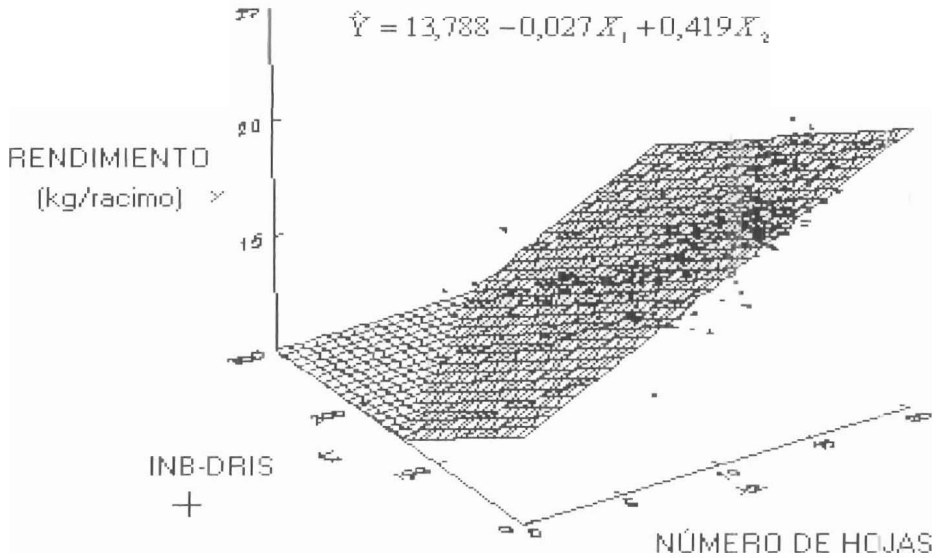


Figura 1. Plano de regresión lineal múltiple para las variables rendimiento (kilogramos/racimo) del plátano Hartón (Y), índice de balance de nutrientes (IBN-DRIS) (X_1) y número de hojas de la planta madre (X_2).

Cuadro 2. Rango de valores de las variables: rendimiento (kilogramos/racimo) del plátano Hartón (Y), índice de balance de nutrientes (IBN-DRIS) (X_1) y número de hojas de la planta madre (X_2).

	Rendimiento (kg/racimo)	Número de hojas de la planta madre	Índice de balance de nutrientes (IBN-DRIS)
Mínimo	11,000	5,000	22,010
Media	16,780	12,664	86,624
Máximo	22,300	18,000	265,870

Conclusiones y recomendaciones

Se generó en este trabajo una ecuación de regresión lineal múltiple que establece la relación entre el rendimiento del plátano Hartón en función del balance nutricional, medido a través de los índices de balance de nutrientes (IBN-DRIS) y la variable biométrica número de hojas de la planta madre, con la cual se puede

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 otra 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 y los productores de plátano del sur del Lago de Maracaibo, Venezuela.

Literatura citada

1. Arcila, M., S. Belalcázar, J. Valencia y G. Cayón. 1995. Influencia del número de hojas en postfloración sobre el llenado de los frutos del clon de plátano Dominic Hartón, *Musa AAB* Simmonds. IN: Mejoramiento de la Producción del Cultivo del Plátano. Segundo informe técnico 1984-1994. Región 9 ICA-CORPOICA. Creced-Quindío, Armenia, Colombia.
2. Cull, B. 1986. Phenological cycling approach to tree crop productivity research. *Acta Horticultrae* 175:151-157.
3. Haddad, O., W. Machado y R. Del Valle. 1994. Un índice para evaluar el vigor en musáceas comestibles en el bosque seco tropical. *Fruits*. 49(1):47-60.
4. Haddad, O., M. Wagner y J. Surga. 1979. Variaciones cuantitativas de los racimos en clones de musaceas en Venezuela. Parte I. Centro Nacional de Investigaciones Agronómicas. Maracay.
5. 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. 3ª edic. Madison. WI. EUA.
6. Martin-Prevel, P. 1980a. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Première partie. *Fruits* 35(9):503-518.
7. Martin-Prevel, P. 1980b. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Deuxieme partie. *Fruits* 35(10):583-593.
8. Nava, C. 1997. El Platano, su cultivo en Venezuela. Ediciones Astro Data. Maracaibo. 122 p.
9. Rodríguez, V., D. Bautista y O. Rodríguez. 1998. Características Biométricas de una subpoblación de plátano Hartón (*Musa AAB subgrupo* plátano cv. Hartón) con rendimientos promedios de 17,4 kilogramos/racimo, en Venezuela. XLIV Reunión Anual de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical. (Resúmenes). Barquisimeto. Venezuela.

10. 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. U.C.L.A. Barquisimeto. Venezuela. 67p.
11. Rodríguez, O., E. Rojas y M. Sumner. 1997. Valencia Orange DRIS Norms for Venezuela. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 28:1461-1468.
12. Rodríguez V. y O. Rodríguez. 1997. Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 14:285-296.
13. Rodríguez V. y O. Rodríguez. 1998. Hoja de cálculo de Índices DRIS e IBN-DRIS. Curso de Nutrición Mineral. U.C.L.A. Barquisimeto. Venezuela. 7p.
14. Swennen, R. y De Langhe, E. 1985. Growth parameters of yield of plantain (*Musa* sp. AAB). *Ann. Bot.* 55:197-204.
15. Sumner, M. 1990. Advances in the use and application of plant analysis. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 21(13-16):1409-1430.
16. Walworth, J. y Sumner, M. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Adv. Soil. Sci.* 6:149-188.