

INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE PIERCE Y EL VIGOR EN PLANTACIONES DE BANANOS (*MUSA* AAA)

Lobo Deyanira^a, Mansonia Pulido^a, Juan Carlos Rey^{a,b},
Gustavo Rodríguez^a, Gustavo Martínez^b

^a Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, ^b Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. lobod@agr.ucv.ve

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la relación entre el índice de productividad del suelo y el vigor del banano ‘Gran Nain’ (*Musa* AAA), se seleccionaron dos plantaciones comerciales (una en la Depresión Lacustrina de la Cuenca del Lago de Valencia con suelo lacustrino, y otra en la planicie aluvial de la Cuenca del Río Motatán, correspondiente a un suelo aluvial), en las cuales se separaron lotes en función del vigor del cultivo. En cada lote se evaluaron características físicas y químicas, y se seleccionaron aquellas pertinentes para valorar la capacidad productiva del suelo, mediante el Índice de Productividad de Pierce (IP). Los resultados indicaron diferencias en el vigor del cultivo en los lotes evaluados, asimismo el índice de productividad. Al relacionar el índice de productividad con el vigor del cultivo se encontró asociación entre las variables de vigor y el IP, solo para el suelo lacustrino, mientras que el suelo aluvial solo hubo asociación con la altura del hijo.

Palabras clave: suelo lacustrino, suelo aluvial, vigor, índice de productividad

INTRODUCCIÓN

Los índices de productividad surgen con el fin de establecer relaciones entre las características de los suelos y la productividad actual o potencial de los mismos, a través de valoraciones numéricas. Se entiende como productividad del suelo la capacidad del mismo para acumular energía en forma de vegetación, la cual es función de las propiedades físicas, químicas y biológicas que definen la tasa a la cual una porción de tierra puede acumular biomasa en un cultivo específico (Bruce et al, 1995).

Diferentes índices han sido desarrollados y utilizados para valorar la productividad actual o potencial de los suelos (Pierce et al., 1983; Tasi et al., 2010), o en función de un cultivo en particular (Díaz et al., 2009)

El Índice de productividad de Pierce ha sido utilizado para evaluar los efectos de la degradación de los suelos (Delgado y López, 1998; Lobo et al, 2005), o de prácticas de manejo (Jiménez et al., 2004), para clasificación de tierras con fines de conservación de suelos o establecer relaciones con el desarrollo de raíces (Flach, 1986; Pineda et al., 2009).

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron dos plantaciones comerciales de bananos (*Musa* AAA cv. Gran Nain); una, perteneciente a la Agropecuaria Punta Larga ubicada en el Municipio Libertador en el estado Aragua, específicamente entre los meridianos 67°30' y 67°34' longitud oeste y los paralelos 10° 12' y 10°17' latitud norte, con una superficie de alrededor de 150 has, que se corresponde a un Suelo Lacustrino; y la otra en la Finca Kambuca, ubicada en el Municipio La Ceiba en el estado Trujillo, entre las coordenadas 09° 24'13 y 09° 30'13" de latitud norte y 70° 00'10 y

70° 57'32" de longitud oeste; abarcando aproximadamente 300 has, que se corresponde a un Suelo Aluvial.

En ambas plantaciones, se seleccionaron dos áreas contrastantes, en cuanto a la productividad del cultivo banano 'Gran Nain', identificando un área "Buena" y una "Mala". Dentro de cada una de estas áreas se separó a su vez, un área de mejor productividad y peor productividad, respectivamente, obteniendo cuatro sub-áreas (lotes) identificadas de la forma siguiente: Bueno-Bueno (BB), Bueno-Malo (BM), Malo-Bueno (MB) y Malo-Malo (MM). En cada uno, fueron seleccionadas cuatro parcelas representativas de 1000 m² (repeticiones) donde se determinó el vigor del cultivo, basado en la circunferencia de la planta madre (CM) a un metro de altura, altura del hijo (AH) (cm) y número de manos (NM) en 20 plantas con racimos entre 10 y 13 semanas. En cada lote, se abrieron minicalicatas de 60x60x60 cm, para caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos en los tres primeros horizontes. De las variables físicas y químicas, evaluadas se escogieron aquellas pertinentes para estimar la productividad del suelo y establecer la relación con el vigor de las plantas, en cada uno de los lotes.

La productividad se estimó mediante el Índice de Productividad de Pierce (Pierce et al., 1983), siguiendo el protocolo adaptado por Delgado (2003), cuyo modelo asume que, bajo determinadas condiciones de clima, manejo y cultivo, el rendimiento depende de las condiciones edáficas que propician un ambiente adecuado para el buen crecimiento radical, cuya clasificación se presenta en el cuadro 1.

$$IP = \sum_{i=1}^n (Ai * Bi * Ci * Ki)$$

Donde:

IP es el Índice de Productividad del suelo y tiene un valor entre 0 y 1, donde 1 el valor correspondiente al suelo con mejores condiciones para el enraizamiento.

Ai es el parámetro que evalúa las relaciones agua-aire del horizonte i a partir de la condición más limitante entre la capacidad de almacenamiento de agua útil y la aireación del suelo

Bi es el parámetro que evalúa las condiciones mecánicas que favorecen la exploración radical del cultivo en el horizonte i a partir de la condición más limitante entre la compactación del suelo y el contenido volumétrico de fragmentos gruesos.

Ci es el parámetro que evalúa la fertilidad potencial del horizonte i a partir de la condición más limitante entre la reacción del suelo y el aluminio intercambiable.

Ki es el parámetro que evalúa la importancia relativa del horizonte i en el perfil del suelo (factor de ponderación del horizonte).

Cada uno de estos factores tiene dos sub-factores, en el presente estudio se seleccionaron los siguientes, en función de la información disponible y de aquel que resultara más limitante: A₂ (capacidad de aireación del suelo), B₁ (efecto de la compactación del suelo sobre el crecimiento de las raíces), C₁ (efecto de la reacción del suelo sobre el crecimiento de raíces) y K (profundidad efectiva del suelo)

Los datos de cultivo y suelo fueron sometidos a análisis estadísticos comunes, ANAVAR y prueba de medias de Duncan. Para establecer las relaciones entre las variables se realizaron correlaciones de Pearson.

Cuadro 1. Clasificación del Índice de Productividad (IP)

<i>Valor de IP</i>	<i>Productividad del suelo</i>
≤ 0.15	Baja
0.16 – 0.35	Moderada
0.35 – 0.50	Alta
≥ 0.51	Muy alta

RESULTADOS

La evaluación de las variables de vigor del cultivo en el suelo aluvial indicó diferencias significativas entre los lotes; con los mayores valores de circunferencia de la madre, altura del hijo y número de manos para la parcela BB y los menores para la parcela MM. Los tratamientos BM y MB presentaron valores intermedios y similares entre sí. En el suelo lacustrino también se encontraron diferencias significativas entre las subáreas; con los mayores valores de circunferencia de la madre, altura del hijo y número de manos para la parcela BB y los menores para la parcela MM. Los tratamientos BM y MB presentaron valores intermedios y similares entre sí (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables consideradas en el vigor de las platas de banano

Suelos	Lote	Circunferencia de la madre (CM)	Altura del hijo (AH)	Numero de manos (NM)
Aluvial	BB	86.19 a	2.09 a	12.34 a
	BM	76.10 b	2.00 ab	9.38 b
	MB	76.59 b	1.87 b	9.26 b
	MM	64.40 c	1.64 c	8.11 c
Lacustrino	BB	87.64 a	2.11 a	10.84 a
	BM	73.86 b	1.90 b	9.03 b
	MB	72.79 b	1.78 b	8.65 b
	MM	58.74 c	1.60 c	7.09 c

Valores con letras disímiles, presentan diferencias significativas

El Índice de Productividad (IP) en el suelo aluvial permitió separar las áreas contrastantes ‘buena’ y ‘mala’ (Cuadro 3). Asimismo, pudo discriminar entre BB y BM; Sin embargo, no permitió diferenciar entre las áreas MB y MM, y mostró un comportamiento contrario al vigor en las parcelas buenas, resultando el IP significativamente mayor en las áreas MB, con respecto a las BB. Cabe destacar que el factor que afectó más negativamente el IP fue la profundidad efectiva, seguida del pH del suelo, ya que presentan valores que indican severas a muy severas limitaciones, de acuerdo a los criterios de Delgado (2003).

En el caso del suelo lacustrino (Cuadro 4), el IP también permitió separar las áreas ‘buena’ y ‘mala’; no obstante no pudo discriminar entre BB y BM y entre MB y MM. Tales diferencias resultaron significativas. En este suelo la profundidad efectiva fue el factor que influyó más negativamente en el IP, indicando severas a muy severas limitaciones; seguida del pH del suelo, de acuerdo con los criterios de Delgado (2003).

Cuadro 3. Propiedades del suelo e índice de productividad del suelo aluvial

Lote	Prof (cm)	Arcilla (%)	Sub-factor A_2	Densidad aparente ($Mg\ m^{-3}$)	Sub-factor B_1	pH	Sub-factor C_1	Sub-factor K	IP	Productividad del suelo
BB	0-10	18	0.876	1.26	0.980	7.62	0.691	0.279	0.16	0.37 b Alta
	10-28	22	0.813	1.33	0.959	8.12	0.499	0.269	0.10	
	28-52	19	0.828	1.27	0.995	8.48	0.328	0.385	0.10	
BM	0-11	12	0.917	1.38	0.922	7.66	0.676	0.314	0.18	0.51 a Muy alta
	11-32	13	0.884	1.37	0.937	7.75	0.642	0.286	0.15	
	32-55	6	0.937	1.40	0.931	7.95	0.562	0.359	0.17	
MB	0-9	24	0.850	1.28	0.960	7.85	0.609	0.271	0.13	0.34 bc Moderada
	9-29	27	0.756	1.39	0.890	7.83	0.618	0.308	0.13	
	29-50	26	0.817	1.41	0.873	8.40	0.371	0.292	0.07	
MM	0-10	26	0.868	1.33	0.951	8.11	0.502	0.295	0.12	0.27 c Moderada
	10-27	27	0.792	1.37	0.850	7.96	0.555	0.196	0.07	
	27-42	24	0.823	1.39	0.899	8.31	0.405	0.255	0.07	

Valores con letras disímiles, presentan diferencias significativas

Cuadro 4. Propiedades del suelo e índice de productividad del suelo lacustrino

Lote	Prof (cm)	Arcilla (%)	Sub-factor A_2	Densidad aparente ($Mg\ m^{-3}$)	Sub-factor B_1	pH	Sub-factor C_1	Sub-factor K	IP	Productividad del suelo
BB	0-9	16	0.86	0.80	1	8.02	0.54	0.27	0.13	0.36 ab Alta
	9-28	17	0.84	0.75	1	8.25	0.44	0.27	0.10	
	28-52	12	0.88	0.52	1	8.38	0.38	0.38	0.13	
BM	0-11	15	0.85	0.78	1	7.89	0.59	0.31	0.16	0.39 a Alta
	11-32	18	0.82	0.63	1	8.24	0.45	0.29	0.10	
	32-55	17	0.82	0.56	1	8.24	0.45	0.36	0.13	
MB	0-9	12	0.91	1.14	1	8.27	0.43	0.27	0.11	0.31 ab Moderada
	9-29	12	0.90	1.08	1	8.40	0.37	0.31	0.10	
	29-50	16	0.90	1.13	1	8.42	0.36	0.29	0.10	
MM	0-10	18	0.87	1.27	1	8.28	0.43	0.29	0.11	0.24 b Moderada
	10-27	23	0.79	1.08	1	8.37	0.38	0.20	0.06	
	27-42	22	0.75	1.01	1	8.32	0.40	0.25	0.08	

Valores con letras disímiles, presentan diferencias significativas

Al establecer las relaciones entre el IP y las variables vigor en la plantación en el suelo aluvial, se encontró una asociación significativa con AH ($r = 0.50^*$), mientras que para CM y NM no existe asociación entre las variables.

En el suelo lacustrino también se encontraron asociaciones significativas entre el IP y las variables CM ($r = 0.57^*$); AH ($r = 0.61^{**}$) y NM ($r = 0.56^*$), demostrando igualmente una buena estimación del vigor a través del IP.

CONCLUSIONES

El IP permitió separar las áreas ‘buena’ y ‘mala’ en ambos suelos; sin embargo, no permitió discriminar entre BB y BM y entre MB y MM.

El IP presentó asociación con las variables de vigor evaluadas en el suelo lacustrino, mientras que el suelo aluvial solo presentó asociación con la altura del hijo (AH)

El IP se comportó mejor en el suelo lacustrino que en el aluvial

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRUCE R.R., G.W. LANGDALE, L.T. WEST, W.P. MILLER. 1995. Surface soil degradation and soil productivity restoration and maintenance. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 654-660.
- DELGADO, F., R. LOPEZ (1998). Evaluation of soil degradation impact on the productivity of Venezuelan soils. *Advances in GeoEcology* 31, 133– 142.
- DELGADO, F. (2003). Un protocolo para seleccionar prácticas de conservación de suelos en laderas andinas de Venezuela. CIDIAT – ULA, Mérida, Venezuela. 28p.
- DÍAZ, J., J. MORENO, M. LARREAL, L. MÁRMOL, R. RODRÍGUEZ, I. CHIRINOS (2009). Aplicación de un índice de productividad en dos unidades de suelo y su relación con el cultivo de sorgo. Baja Guajira, municipio Páez, estado Zulia, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 9 (4): 893-900.
- JIMÉNEZ, L., N. NOGUERA, M. LARREAL (2004). Cambios en la productividad de un Ultisol degradado mediante la aplicación de estiércol bovino. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 21: 244-256.
- FLACH K.W. (1986). Modeling of soil productivity and related land classification. and conservation in I sloping areas. International Workshop, Enschede, The Netherlands, 17– 21 December 1984, Publication 40, International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- LOBO D., Z. LOZANO, F. DELGADO (2005). Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelan soil. *Catena*, 64: 297–306
- PIERCE F.C., W.E. LARSON, R.H. DOWDY, W.A. GRAHAM (1983). Productivity of soils: assessing long-term changes due to erosion. *Journal of Soil and Water Conservation* 38, 39–44.

- PINEDA, N, E. JAIMES, B. HIDALGO, J. MENDOZA, J. GONZÁLEZ, H. RODRÍGUEZ (2009). Clasificación de tierras agrícolas con fines de conservación de suelos en parcelas de uso hortícola, subcuenca Alto Motatán, Mérida-Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 26 (4): 532-554
- TASI H., P. BARBAGELATA, G. SCHULZ, A. PAZ GONZÁLEZ (2010). Índices de productividad específico para maíz como potencial predictor del rendimiento y su variabilidad. Actualización Técnica 2:13-16