

Un índice para evaluar el vigor en musáceas comestibles para el bosque seco tropical

G.O. HADDAD
T.W. MACHADO
R. DEL VALLE
FONIAP-CENIAP
Apdo. postal 4653
Maracay 2101
Venezuela

Un índice para evaluar el vigor en musáceas comestibles para el bosque seco tropical.

RESUMEN

Se presenta un índice de vigor para evaluar musáceas comestibles, obtenido a partir de mediciones a variables cuantitativas de rendimiento y desarrollo de las plantas. Estas variables se expresan a través de escalas ponderadas, producto de observaciones realizadas durante varios años a los diferentes clones del banco de germoplasma del Centro nacional de investigaciones agropecuarias (CENIAP), en condiciones de suelo de buena y de lenta permeabilidad. Se discuten los métodos estadísticos apropiados (paramétricos y no paramétricos) para realizar las comparaciones entre niveles taxonómicos o en diferentes condiciones ambientales, de acuerdo al objetivo de la investigación. Finalmente se ilustra con un ejemplo la utilización e interpretación del índice de vigor y las pruebas de hipótesis estadísticas pertinentes.

An index for the evaluation of vigour in edible Musaceous in tropical dry forest.

ABSTRACT

An vigour index for the evaluation of edible musaceous, based on quantitative variables of yield and plant development, is presented. Weighted scales for each component index variable, according to observed values for different clones in normal and compacted soil conditions, are also presented. Appropriated parametrical or no parametrical statistical procedures, according to different cases and goals of the investigation, are discussed and an example for scales utilization and index interpretation is considered. "V" index and scales for its components variables could be used for comparisons at different taxonomic levels and different localities.

Un indice pour évaluer la vigueur des bananiers en région tropicale.

RÉSUMÉ

Un index qui permet d'évaluer la vigueur des bananiers a été calculé à partir de la mesure de certaines variables quantitatives liées au rendement et au degré de développement des plantes. Ces variables sont prises en compte à partir de la définition d'indices déduits des observations faites sur les différents clones de la collection de bananiers entretenue au Centre national de recherches agronomiques (CENIAP) à Maracay au Venezuela. Les observations ont eu lieu pendant plusieurs années dans des sols de bonne et lente perméabilité. L'intérêt des méthodes statistiques (paramétriques ou non paramétriques) utilisées pour la comparaison des conditions climatiques est discuté. Un exemple d'utilisation et d'interprétation de l'index de vigueur est proposé ainsi que des hypothèses statistiques correspondantes.

Fruits, vol. 49, n°1, p. 47-60

PALABRAS CLAVE

Musa, Venezuela, zona tropical, medición, biometría, análisis estadístico, rendimiento, etapas de desarrollo de la planta.

KEYWORDS

Musa, Venezuela, tropical zones, measurement, biometry, statistical analysis, yields, plant developmental stages.

MOTS CLÉS

Musa, Venezuela, zone tropicale, mesure, biométrie, analyse statistique, rendement, stade de développement végétal.

●●●● introducción

El vigor es una expresión integral del comportamiento de las plantas que puede usarse para compararlas bajo diferentes situaciones. Este concepto engloba variables de rendimiento y de desarrollo de la planta.

Es importante determinar las variables que reflejen mejor el vigor y encontrar la forma de expresar la contribución e interacción entre ellas, de forma que resulte una expresión final que permita hacer comparaciones mediante el uso de métodos estadísticos.

Cuando se maneja un suficiente número de plantas por clon, las variables aleatorias cuantitativas que integran el vigor, se distribuyen o tienden a distribuirse normalmente; sin embargo, este podría no ser el caso en las evaluaciones en los bancos de germoplasma, donde el número de observaciones por clon es pequeño. Bajo esta consideración, la distribución de estas variables aleatorias podría no ser normal, así como tampoco la variable resultante (vigor).

El análisis multivariado sería una vía de solución; mediante este método se determina la contribución de cada variable como componente del "índice de vigor" (\bar{V}).

La regresión múltiple sería otra vía, no obstante, tendrían que utilizarse métodos especiales que detecten la multicolinealidad que pudiera existir entre las variables independientes o regresivas (X_i) que componen el vigor, situación muy frecuente en musáceas. Cuando se comprueba la "no normalidad" de la información, la vía no paramétrica es una alternativa válida.

Se propone un índice de vigor (\bar{V}), fácil de determinar, que permita hacer comparaciones de comportamiento a distintos niveles de clasificación taxonómica: grupos, subgrupos y clones, señalados por SIMMONDS (1966) y utilizados por HADDAD y BORGES (1974) en la descripción de la colección existente en Venezuela.

El índice se determinó con base en variables de producción y variables de

desarrollo de la planta, a las cuales se les asignó un valor o puntuación mediante escalas convencionales ponderadas de acuerdo a los grupos y subgrupos taxonómicos.

Las escalas se elaboraron tomando en consideración el registro de datos que se mantiene en el banco de germoplasma de musáceas del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), ubicado en el estado Aragua (bosque seco tropical, 450 m.s.n.m.), el cual ha sido parcialmente publicado (HADDAD *et al.*, 1979). Este trabajo constituye el primero de una serie donde se involucran otros procedimientos estadísticos con el objeto de encontrar un método de comparación óptimo para los valores del índice de vigor.

●●●● metodología

Durante varios años de estudio en el banco de germoplasma de musáceas del CENIAP y bajo dos condiciones de suelo normal y compactado, se realizaron observaciones cuantitativas tanto del racimo como de la planta para cada clon.

La necesidad de tener un valor integrador que permita la comparación del comportamiento de distintos materiales genéticos a diferentes niveles de clasificación taxonómica o en diversidad de condiciones ambientales, llevó a crear escalas que fueron modificándose y adaptándose con el objeto de hacerlas cada vez más reales y eficientes. Este ajuste, se realizó en función del comportamiento de las plantas bajo las dos condiciones de suelo antes señaladas.

Para cada grupo y subgrupo taxonómico se determinó una escala convencional, de tal forma, que el valor final para cada caso, viene ajustado o ponderado por la escala correspondiente.

Para un grupo de plantas de un mismo clon, el valor del índice de vigor (\bar{V}) es el promedio obtenido en base a los índices de cada planta (V_i).

Los componentes o variables que integran el vigor para este estudio y que fueron tomados en cuenta para el establecimiento de las respectivas escalas fueron:

- Variables continuas : peso de racimo (P), perímetro del pseudotallo a 10 cm de altura (PP10), perímetro del pseudotallo a 100 cm de altura (PP100).

- Variables discretas : número de manos por racimo (NM), número de dedos de la primera mano (ND1), número de dedos de la segunda mano (ND2), número de hojas en el momento de la cosecha (NH).

La selección de estas variables estuvo sustentada en la importancia que cada una tiene en el desarrollo de las plantas, determinada por la experiencia de los autores en el cultivo y por la bibliografía consultada (HADDAD y BORGES, 1974 ; HADDAD *et al.*, 1979 ; SIMMONDS, 1966).

El estudio de cada uno de los componentes señalados, determinó la conformación de la respectiva escala en función del grupo o subgrupo taxonómico correspondiente.

Para el establecimiento y comprobación de dichas escalas, se consideró la variabilidad observada en cada variable. En tal sentido se asignó como valor máximo común para todas las escalas, la unidad 1 (DE CAMPOS, 1983). Partiendo de este valor se construyeron y evaluaron las escalas que se presentan en los anexos 1 al 6.

El índice de vigor (V_j) para una determinada planta, se obtuvo mediante la sumatoria de los valores parciales correspondientes a cada componente estudiado.

Si denominamos C_i al valor parcial del i -ésimo componente, resulta :

$$V = \sum_{i=1}^k C_i$$

donde :

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, k$,
 i representa el número de componentes o variables involucradas.

El índice de vigor (\bar{V}), para un número M de plantas correspondiente a un mismo clon o cultivar, se determinó mediante la expresión siguiente :

$$\bar{V} = \left[\frac{1}{M} \right] \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^M C_{ij} = \left[\frac{1}{M} \right] \sum_{j=1}^M V_j$$

donde:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, k$.
 $j = 1, 2, 3, \dots, M$.
 M = número de plantas del mismo clon o cultivar.
 V_j = índice de vigor para la planta j -ésima de un mismo clon o cultivar.

La expresión máxima del vigor para una planta, viene dada por el número de variables (C_i) que componen al vigor. En este caso, el número de componentes es siete, luego éste será el valor que expresará el vigor máximo para una planta dada, bajo una condición determinada.

Como se ha señalado anteriormente, para plantas de un mismo clon, subgrupo o grupo, el índice de vigor es el promedio de los valores obtenidos con cada planta, y en consecuencia el valor máximo del mismo toma también el valor de siete (7) (para el caso $k = 7$).

La información procedente del campo se debe tabular en una planilla especialmente diseñada para este fin (figura 1).

Para el análisis estadístico se utilizaron programas que permitieron realizar pruebas de normalidad, transformaciones de variables, pruebas de hipótesis paramétricas o no paramétricas, así como también las comparaciones múltiples de medias.

escalas de vigor

Las escalas se presentan en función de la variable o componente estudiado y del grupo o subgrupo taxonómico, tal como se aprecia en los anexos 1 al 6.

pruebas de hipótesis estadísticas (comparaciones)

Una vez obtenidos los valores de \bar{V} , un aspecto importante es hacer las comparaciones a nivel de clon, subgrupo o de grupo, dependiendo del interés que tenga el investigador.

Estas comparaciones deben tener una base estadística, para la cual se presenta un esquema a fin de dar una orientación sobre el camino a seguir.

Figure 1
Planilla para la evaluación del vigor, Centro nacional de Investigaciones agropecuarias, Banco de germoplasma.

Las cifras utilizadas para el cálculo fueron obtenidas a partir de la transformación de los datos que son indicados en los anexos 1 a 6.

CLON : Cambur Manzano Enano
GRUPO : AAB
SUBGRUPO : Manzano

LUGAR : Santa Cruz
PERIODO ESTUDIADO : 1990

N°	Planta	P	MN/R	ND/1	ND/2	PP10	PP100	NH	Total
1	12	1	1	2	2	1	1	2	10
2	7	1	1	2	1	1	1	3	10
3	11	1	1	2	1	1	1	3	10
4	12	2	1	2	2	1	1	2	11
5	8	3	2	2	2	3	3	3	18
6	1	2	1	2	2	1	3	2	13
7	3	3	1	3	2	2	4	2	17
8	10	2	1	2	2	1	2	3	13
9	9	1	1	2	1	1	1	3	10
10	2	1	1	2	2	1	2	3	12
11	5	2	1	1	2	1	1	3	11
12	9	2	1	2	1	1	2	3	12
13	6	1	1	1	3	1	1	3	11
14	13	1	1	2	3	1	1	4	13
15	4	1	1	1	1	2	1	3	10
Total		24	16	28	27	19	25	42	181

P = peso del racimo (Kg)

MN/R = número de manos por racimo

ND/1 = número de dedos de la primera mano (superior)

ND/2 = número de dedos de la segunda mano (superior)

PP10 = perímetro de pseudotallo (cm) a 10 cm de altura

PP100 = perímetro (cm) a 100 cm de altura

NH = número de hojas para el momento de cosecha

análisis de una vía de clasificación

comparación de dos medias muestrales (niveles taxonómicos o condiciones ambientales)

En este caso el objetivo es comparar el índice de vigor promedio obtenido para dos clones, subgrupos, grupos o establecer comparaciones dentro de un mismo nivel taxonómico bajo dos diferentes condiciones ambientales.

Para realizar este análisis es recomendable la utilización de las pruebas de medias a través del estadístico "t" Student. Esta sugerencia está basada en varias consideraciones a saber :

a) la comparación de dos muestras provenientes de dos poblaciones distintas utilizando el estadístico "Z", supone el conocimiento previo del valor de los parámetros (σ_1^2 y σ_2^2) de dichas poblaciones, y que además estas varianzas sean

homogéneas. En la mayoría de los casos, en la investigación científica se trabaja con muestras y por lo tanto se desconoce el valor de los parámetros. Cuando estas muestras son grandes ($n \rightarrow \infty$), se considera que la distribución de "t" Student se aproxima a la distribución de "Z" a través del Teorema de Límite Central. Cuando las muestras son pequeñas el estadístico apropiado es el de "t" Student. En cualquier caso la homogeneidad de varianzas debe considerarse, ya que en caso de ser diferentes se hace necesario corregir el estadístico de prueba (HOGG y CRAIG, 1970) ;

b) la mayoría de los programas estadísticos de computación poseen la alternativa del análisis a través de las pruebas de "t" Student, los cuales incluso consideran las correcciones pertinentes para el caso de tener varianzas distintas ;

c) en la actualidad la tendencia en la comparación de muestras provenientes de dos poblaciones distintas, es a través de las pruebas de "t" Student, considerando al estadístico "Z" como una condición teórica.

comparación de más de dos medias muestrales (niveles taxonómicos o condiciones ambientales)

Cuando el interés esté centrado en la comparación del índice de vigor proveniente de más de dos grupos, subgrupos, clones o condiciones ambientales, es recomendable seguir los siguientes pasos :

a) prueba de los supuestos del análisis de la varianza. Estos supuestos son : normalidad, homogeneidad de varianza, aditividad e independencia de los errores. Existen diversas pruebas para establecer el cumplimiento o no de estos supuestos, las cuales es posible realizar utilizando programas computacionales. Una de las más utilizadas es la prueba de Wilk-Shapiro para normalidad y Barlett para homogeneidad de varianzas. La "no normalidad" de la variable analizada es un obstáculo que en la mayoría de los casos es corregible utilizando las transformaciones apropiadas ;

b) si se cumplen cada uno de estos supuestos es posible aplicar la metodología del análisis de la varianza de una vía. En caso de detectar diferencias entre los grupos comparados es necesario realizar una prueba de rangos múltiples (Duncan, Tukey, etc.), para establecer cuales de esos grupos se diferencian entre si ;

c) En caso de no cumplirse los supuestos antes mencionados la alternativa a seguir sería el análisis no paramétrico, que para el caso de una sola vía de clasificación, establece la utilización de la prueba de Kruskal-Wallis, y una extensión de esta para establecer los contrastes múltiples en caso de detectar diferencias entre las muestras comparadas.

análisis de dos o más vías de clasificación

Hasta el momento se ha hecho mención a la clasificación en una vía, es decir la evaluación o comparación de una sola característica o propiedad (materiales genéticos o condiciones ambientales).

Sin embargo es posible utilizar el índice de vigor como variable respuesta, en evaluaciones cuyo diseño sea más complicado e incluya dos o más factores a la vez ; por ejemplo si se quiere probar el efecto de materiales genéticos, características del suelo o fertilización sobre el vigor de las plantas.

En estos casos son válidas las sugerencias hechas anteriormente para utilizar la vía paramétrica. Cuando se incluyen en el estudio factores cuyo efecto es aleatorio, es importante considerar los cuadrados medios esperados en el análisis de la varianza, con el fin seleccionar el denominador apropiado para realizar las pruebas de "F" correspondientes a cada efecto.

En el ejemplo ilustrativo se presenta el caso de un experimento en el cual se estudia de forma conjunta el efecto de materiales genéticos (clones) y condiciones ambientales sobre el vigor, siendo éste último factor de efecto aleatorio.

Cuando se tienen dos vías de clasificación y no se cumplen los supuestos del análisis de la varianza, la prueba no paramétrica de Friedman y sus contrastes múltiples son la mejor opción.

●●●● ejemplo ilustrativo

La metodología para determinar "vigor", fue aplicada al banco de germoplasma activo del CENIAP, bajo dos condiciones de suelos :

- suelo no compactado y buena permeabilidad,
- suelo de alta compactación y baja permeabilidad.

Los resultados obtenidos para un considerable número de clones de distintos grupos y subgrupos taxonómicos serán objeto de otros trabajos, no obstante aquí se presenta un ejemplo ilustrativo con el grupo AAB, subgrupo Manzano (Silk).

Clones bajo estudio : "Manzano amarillo" o común, "Manzano verde" (fruto se conserva de color verde claro aún cuando maduro), "Manzano pseudotallo morado" y "Manzano enano CENIAP-1".

localidad : Santa Cruz, suelo no compactado y buena permeabilidad

Para calcular \bar{V} , se usaron los valores (C_i) de cada componente evaluados en una determinada planta.

En la figura 1 antes citada, se presenta un ejemplo para el clon "Manzano enano CENIAP-1". Cada planta estudiada está debidamente identificada y cada "casilla" corresponde a un valor de C_i . Cada C_{ij} corresponde al valor del componente i-ésimo en la planta j-ésima cuando se evalúa un grupo de plantas del mismo clon. Del mismo modo, V_j será el índice de vigor en la planta j-ésima.

Luego :

$$V_1 = \sum_{i=1}^k C_{i,1} \quad \text{índice de vigor planta 1}$$

$$V_2 = \sum_{i=1}^k C_{i,2} \quad \text{índice de vigor planta 2}$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$V_M = \sum_{i=1}^k C_{i,M} \quad \text{índice de vigor planta M}$$

"Manzano enano CENIAP-1" : número de plantas estudiadas $M = 15$.

$$V_j = \sum_{i=1}^7 C_i$$

Valores de V_j obtenidos :
10, 10, 10, 11, 18, 13, 17, 13, 10, 12, 11, 12, 11, 13, 10 (ver figura 1).

Luego :

$$\sum_{j=1}^{15} V_j = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{15} C_{ij} = 181$$

donde :

$$j = 1, 2, 1, \dots, 15.$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

Luego :

$$\bar{V} = \left[\frac{1}{15} \right] \sum_{i=1}^7 V_j = \left[\frac{1}{15} \right] \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{15} C_{ij} = \frac{181}{15} = 12,067$$

Un procedimiento similar se efectuó para los otros clones bajo estudio.

"Manzano verde" :

$$\sum_{j=1}^5 V_j = 75 \quad \begin{matrix} M = 5 \\ \bar{V} = 75/5 = 15,0000 \\ \bar{V} = 15,0000 \end{matrix}$$

"Manzano pseudotallo morado" :

$$\sum_{j=1}^{13} V_j = 238 \quad \begin{matrix} M = 13 \\ \bar{V} = 238/13 = 18,3080 \\ \bar{V} = 18,3080 \end{matrix}$$

"Manzano verde" :

$$\sum_{j=1}^7 V_j = 143 \quad \begin{matrix} M = 7 \\ \bar{V} = 143/7 = 20,4290 \\ \bar{V} = 20,4290 \end{matrix}$$

Índice promedio de vigor para clones del grupo AAB, subgrupo Manzano para las condiciones del Campo experimental de Santa Cruz (Bosque Seco Tropical ; 450 m.s.n.m.) :

Clon	\bar{V}
"Manzano enano CENIAP-1"	12,067
"Manzano verde"	15,000
"Manzano pseudotallo morado"	18,308
"Manzano amarillo"	20,429

En este caso se comparan más de dos medias, por lo tanto el procedimiento apropiado para establecer las comparaciones es el análisis de la varianza y las pruebas de rango múltiple, partiendo de la siguiente hipótesis estadística y previo cumplimiento de los supuestos del análisis paramétrico :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4.$$

$$H_a = \text{al menos un par es diferente.}$$

Usando todos los datos (40 observaciones), la prueba de Wilk-Shapiro detectó normalidad. Luego pudo aplicarse un análisis de varianza donde se determinó diferencias altamente significativas entre clones dentro del subgrupo Manzano. Se realizó una prueba de rangos múltiples de Duncan para las medias de las muestras clones, obteniéndose los resultados siguientes :

Clon	\bar{V}
"Manzano enano CENIAP-1"	12,067 a
"Manzano verde"	15,000 b
"Manzano pseudotallo morado"	18,308 c
"Manzano amarillo"	20,429 c

(Las medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes).

Se observa que se forman tres rangos diferentes. El "Manzano enano CENIAP-1" resultó el más vigoroso, seguido del "Manzano verde". Luego en un tercer grupo aparecen el "Manzano pseudotallo morado" y el "Manzano amarillo", grupo que demostró ser menos vigoroso.

A objeto de comparar metodologías, también se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y su extensión para comparaciones múltiples de medias. De acuerdo con esta prueba se detectaron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de $\alpha = 0,05$ entre :

"Manzano enano CENIAP-1" y "Manzano amarillo",
"Manzano enano CENIAP-1" y "Manzano pseudotallo morado".

Clon	\bar{V}
"Manzano enano CENIAP-1"	12,067 a
"Manzano verde"	15,000 a b
"Manzano pseudotallo morado"	18,308 b
"Manzano amarillo"	20,429 b

Se observa un resultado similar al de la prueba paramétrica, es decir, se formaron tres grupos o rangos.

localidad : Maracay, suelo de alta compactación y baja permeabilidad

El mismo procedimiento descrito anteriormente fue aplicado a observaciones hechas sobre las plantas de la localidad de Maracay, a excepción del clon "Manzano enano CENIAP-1" que no se encuentra en esta sección del banco de germoplasma.

Índice promedio de vigor para clones del grupo AAB, subgrupo Manzano para las condiciones del campo experimental de Maracay (Bosque Seco Tropical ; 450 m.s.n.m.) :

Clon	\bar{V}
"Manzano pseudotallo morado"	15,750
"Manzano verde"	19,833
"Manzano amarillo"	20,833

El análisis de la varianza detectó diferencias altamente significativas. La prueba de rangos múltiples de Duncan arrojó la siguiente agrupación de medias :

Clon	\bar{V}
"Manzano pseudotallo morado"	15,750 a
"Manzano verde"	19,833 b
"Manzano amarillo"	20,833 b

(Las medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes).

En condiciones de suelo menos favorables el "Manzano pseudotallo morado" resultó ser el más vigoroso, por encima del "Manzano verde" y en ausencia del "Manzano enano CENIAP-1".

Se puede apreciar que las condiciones de suelo afectaron el comportamiento de estos clones al observar los resultados tanto de forma individual como comparativa.

análisis conjunto

En este caso se procedió a efectuar el análisis conjunto de la información, incluyendo los factores clon y localidad. Se evaluaron los clones presentes en ambas localidades. El efecto de localidad fue considerado de tipo aleatorio y los clones de efecto fijo, lo cual genera un modelo mixto.

En el cuadro 1 se muestran los cuadrados medios esperados para los efectos incluidos en el análisis de la varianza. Se señala en el mismo cuadro, el denominador apropiado para realizar la prueba de "F" para cada efecto.

Al realizar el análisis de varianza se detectó diferencias altamente significativas para la interacción clon*localidad, lo cual implica que el comportamiento de los clones está afectado por la localidad (o condiciones de suelo) en las que se desarrollen. Estos resultados coinciden con los análisis por localidad, presentados anteriormente.

Al existir efecto de interacción, lo conveniente es efectuar pruebas de medias para cada localidad y así determinar cual es el mejor clon en cada condición. Estos resultados fueron presentados en el párrafo 1 y 2 del "ejemplo ilustrativo".

En este tipo de experiencias es posible aplicar la prueba no paramétrica de Friedman en caso de no cumplirse los supuestos del análisis de la varianza.

●●●● conclusiones

1. Se propone una escala de vigor basada en información cuantitativa, mediante la cual se puede comparar el comportamiento :

- entre clones dentro de subgrupos ;
- entre subgrupos dentro de grupos ;
- entre grupos.

Existiendo varias localidades o situaciones, se puede usar el índice para hacer las comparaciones tomando en cuenta el lugar o la situación.

2. Dicho índice integra variables relevantes de rendimiento y desarrollo de las plantas, el cual puede ser mejorado, de ser necesario incorporando otra(s) variable(s) que ayuden significativamente a su eficiencia.

Cuadro 1
Cuadrados medios esperados para los factores : clon (efecto fijo) y localidad (efecto aleatorio).

F de V	Cuadrados medios esperados	Denominador apropiado
A	$\sigma^2_E + \sigma^2_{\alpha\beta} + b \sum_{i=1}^a \alpha_i^2 / (a - 1)$	CMAB
B	$\sigma^2_E + a \sigma^2_{\beta}$	CMEE
A*B	$\sigma^2_E + \sigma^2_{\alpha\beta}$	CMEE
EE	σ^2_E	

A : clon ; B : localidad ; AB : interacción clon*localidad.
CMAB : cuadrado medio de la interacción A*B.
CMEE : cuadrado medio del error experimental.

3. Mediante el uso del índice de vigor, se pudo evaluar el Banco de Germoplasma Activo del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, bajo dos condiciones distintas de suelo.

En el caso específico del subgrupo Manzano, tomado como ejemplo ilustrativo, se detectó que existen diferencias altamente significativas entre los clones estudiados, en las dos condiciones ambientales consideradas. El "Manzano enano CENIAP-1" resultó ser el de mayor vigor para condiciones de buenos suelos. En suelos de mala permeabilidad y compactados, el mejor clon fue el "Manzano pseudotallo morado", en ausencia del "Manzano enano CENIAP-1". Estos resultados coincidieron al analizar la información tanto para cada localidad, como en forma conjunta.

4. Mediante el índice de vigor se pueden detectar variaciones en el desarrollo de las plantas por la influencia tanto de los materiales genéticos, como por el efecto de variaciones en las condiciones ambientales.

5. También se comprobó que la prueba de hipótesis y la comparación múltiple de medias, condujeron a resultados similares, cuando se utilizaron métodos paramétricos y no paramétricos, tomando en consideración que la distribución de los datos era normal.

6. Esta propuesta podría constituir un factor común mediante el cual, los investigadores podrían basarse, a objeto de ir adecuando criterios y obtener un patrón universal para la comparación de las musáceas, en función de un índice de vigor. ●

●●●● bibliografía

DE CAMPOS H., 1983.

Estadística Experimental Não-Paramétrica. ESA Luiz de Queiroz (Piracicaba), 4^{ta} edición, 349 p.

HADDAD G.O., BORGES F.O., 1974.

Los Bananos en Venezuela. Estudio y descripción de clones de plátano y cambur. Caracas (Venezuela) : Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), 106 p.

HADDAD G.O., WAGNER O.M., SURGA R.J., 1979.

Variaciones cuantitativas de los racimos en clones de musáceas en Venezuela. Parte 1. Maracay (Venezuela) : Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 31 p.

HOGG R.V., CRAIG A.T., 1970.

Introduction to Mathematical Statistics. New York (USA) : Macmillan Publishing, 3rd edition, 415 p.

SIMMONDS N.W., 1966.

Bananas. London (UK) : Longmans, ed., 2nd edition, 512 p.



Anexo 1. Escala correspondiente a la variable peso del racimo.

Grupo	Subgrupo	Valor real (kg)	Escala		
AA	Titiaro, Sucrier.	≥ 12,0	1		
		10,0 - 11,9	2		
		8,0 - 9,9	3		
		6,0 - 7,9	4		
		< 6,0	5		
AAA	1. Cavendish y Gros Michel.	≥ 35,0	1		
		30,0 - 34,9	2		
		25,0 - 29,9	3		
		20,0 - 24,9	4		
		15,0 - 19,9	5		
		10,0 - 14,9	6		
		< 10,0	7		
	2. Morado (Red, Green-Red) (Morado, Injerto Blanco, Cambur Negro).	≥ 25,0	1		
		20,0 - 24,9	2		
		15,0 - 19,9	3		
		10,0 - 14,9	4		
		5,0 - 9,9	5		
		< 5,0	6		
	AAAA	Usar la correspondiente al grupo AAA, subgrupo 1.			
AAB	1. Plátanos	1a. Plátano hartón típico (Horn platin) y otras variantes somáticas.	≥ 15,0	1	
			12,0 - 14,9	2	
			9,0 - 11,9	3	
			6,0 - 8,9	4	
			3,0 - 5,9	5	
			< 3,0	6	
			1b. Plátano dominico y otros mutantes similares.	≥ 30,0	1
				25,0 - 29,9	2
				20,0 - 24,9	3
				15,0 - 19,9	4
	10,0 - 14,9	5			
	5,0 - 9,9	6			
	< 5,0	7			
	2. Manzano (Silk finger; Apple), Cambur ácido (Pisang Kelat) Pisang Rajah Tornasol.	≥ 18,0	1		
		15,0 - 17,9	2		
		12,0 - 14,9	3		
		9,0 - 11,9	4		
		6,0 - 8,9	5		
		< 6,0	6		
	ABB	Topochos, Bluggoe.	≥ 20,0	1	
16,0 - 19,9			2		
12,0 - 15,9			3		
8,0 - 11,9			4		
4,0 - 7,9			5		
< 4,0			6		

Anexo 2. Escala correspondiente a la variable número de manos por racimo.

Grupo	Subgrupo	Valor real	Escala
AA	Titiaro, Sucrier	> 9	1
AAA	Gros Michel, Cavendish, Red.	8 - 9	2
AAAA		6 - 7	3
		4 - 5	4
		< 4	5
AAB	Plátanos, Manzano, Afines.	> 6	1
ABB	Topochos, Bluggoe.	5 - 6	2
		3 - 4	3
		< 3	4

Anexo 3. Escala correspondiente a las variables : número de dedos de la primera y segunda mano.

Grupo	Subgrupo	Valor real	Escala
AA	Titiaro, Sucrier.	> 25	1
AAA	Gros Michel, Cavendish, Red.	22 - 25	2
AAAA		17 - 21	3
		13 - 16	4
		< 13	5
AAB	1. Plátanos : (Hartón, Horn y otras variantes somáticas incluyendo enanos y semienanos).	> 10	1
		9 - 10	2
		7 - 8	3
		5 - 6	4
		< 5	5
	2. Plátanos : (Plátano Dominicano, French, tipos intermedios con eje masculino presente ; Tornasol o Maritú).	> 18	1
		15 - 18	2
		11 - 14	3
		7 - 10	4
		< 7	5
	3. Clones afines al subgrupo Plátanos : Pisang Kelat (Cambur ácido), Pisang Rajah y otros similares.	> 18	1
		15 - 18	2
		11 - 14	3
		7 - 10	4
		< 7	5
	4. Manzano : Manzano (Silk Finger, Apple), variantes somáticas, incluyendo plantas de porte enano.	> 15	1
13 - 15		1	
10 - 12		3	
7 - 9		4	
< 7		5	
ABB	Topochos (Bluggoe), Cenizo (Silver Bluggoe), Topocho enano (Dwarf Bluggoe), Pelipita, Saba.	Utilizar la escala correspondiente al grupo AAB, subgrupo 4.	

Anexo 4. Escala correspondiente a la variable perímetro del pseudotallo a 10 cm de altura en el momento de cosecha.

Grupo	Subgrupo	Valor real (cm)	Escala
AA	Titiaro, Sucrier.	> 60,0	1
		56,9 - 60,0	2
		53,7 - 56,8	3
		50,5 - 53,6	4
		47,3 - 50,4	5
		< 47,3	6
AAA	1. Cavendish (también para el Cambur negro).	> 70,0	1
		66,9 - 70,0	2
		63,7 - 66,8	3
		60,5 - 63,6	4
		57,3 - 60,4	5
		< 57,3	6
	2a. Gros Michel (Cuyaco) y su mutante enano (Highgate). 2b. Morado : Cambur Morado (Red), Injerto blanco (Green-Red). Se excluye al Cambur negro.	> 80,0	1
		76,9 - 80,0	2
		73,7 - 76,8	3
		70,5 - 73,6	4
		67,3 - 70,4	5
		< 67,3	6
AAAA	Usar la correspondiente al grupo AAA, subgrupo 2.		
AAB	1. Plátanos : Hartón (Horn) y sus variantes somáticas. También para el subgrupo Manzano (Silk Finger, Apple) y sus variantes somáticas.	> 70,0	1
		66,9 - 70,0	2
		63,7 - 66,8	3
		60,5 - 63,6	4
		57,3 - 60,4	5
		< 57,3	6
	2. Plátanos : Dominico (French) y variantes somáticas, tipos intermedios. También para Clones Afines como el Pisang Kelat (Cambur ácido), Pisang Rajah, Tornasol (Maritú o Plátano Tahití).	> 78,0	1
		74,9 - 78,0	2
		71,7 - 74,8	3
		68,5 - 71,6	4
		65,3 - 68,4	5
		< 65,3	6
ABB	Topochos (Bluggoe), Cenizo (Silver Bluggoe), Topocho enano (Dwarf Bluggoe), Pelipita, Saba.	> 73,0	1
		69,9 - 73,0	2
		66,7 - 69,8	3
		63,7 - 66,6	4
		60,3 - 63,4	5
		57,1 - 60,2	6
< 57,1	7		

Anexo 5. Escala correspondiente a la variable perimetro del pseudotallo a 100 cm de altura en el momento de cosecha.

Grupo	Subgrupo	Valor real (cm)	Escala
AA	Titiaro, Sucrier	> 50,0	1
		46,9 - 50,0	2
		43,7 - 46,8	3
		40,5 - 43,6	4
		37,3 - 40,4	5
		< 37,3	6
AAA	1. Cavendish (también para el Cambur negro)	> 52,0	1
		48,9 - 52,0	2
		45,7 - 48,8	3
		42,5 - 45,6	4
		39,3 - 42,4	5
		< 39,3	6
	2. Gros Michel (Cuyaco) y su mutante enano (Highgate).	> 58,0	1
		54,9 - 58,0	2
		51,7 - 54,8	3
		48,5 - 51,6	4
		45,3 - 48,4	5
		< 45,3	6
	3. Morado : Cambur Morado (Red), Injerto blanco (Green-Red) Se excluye al Cambur negro.	> 64,0	1
		60,9 - 64,0	2
		57,7 - 60,8	3
		54,5 - 57,6	4
		51,3 - 54,4	5
		< 51,3	6
AAAA	Usar la correspondiente al grupo AAA, subgrupo 2.		
AAB	1. Plátanos : Hartón (Horn) y sus variantes somáticas. También para el subgrupo Manzano (Silk Finger, Apple) y sus variantes somáticas.	> 56,0	1
		52,9 - 56,0	2
		49,7 - 52,8	3
		46,5 - 49,6	4
		43,3 - 46,4	5
		< 43,3	6
	2. Plátanos : Dominico (French) y variantes somáticas, tipos intermedios. También para Clones Afines como el Pisang Kelat (Cambur ácido), Pisang Rajah, Tornasol (Maritú o Plátano Tahití).	> 64,0	1
		60,9 - 64,0	2
		57,7 - 60,8	3
		54,5 - 57,6	4
		51,3 - 54,4	5
		< 51,3	6
ABB	Topochos (Bluggoe), Cenizo (Silver Bluggoe), Topocho enano (Dwarf Bluggoe), Pelipita, Saba.	Utilizar la escala correspondiente al grupo AAB, subgrupo 1.	

Anexo 6. Escala correspondiente a la variable número de hojas activas al momento de cosecha.

Grupo	Subgrupo	Valor real	Escala
AA	Titiaro, Sucrier.	> 12	1
AAA	Gros Michel, Cavendish, Red.	10 - 12	2
AAAA		7 - 9	3
		4 - 6	4
		< 4	5
AAB	Plátanos, Manzano, Afines.	> 15	1
ABB	Topochos, Bluggoe.	13 - 15	2
		10 - 12	3
		7 - 9	4
		< 7	5