

25

**COMPORTAMIENTO**

**DE INDICADORES DE CALIDAD EN EL CULTIVO DEL BANANO  
DE LA PROVINCIA EL ORO, ECUADOR**

# COMPORTAMIENTO

## DE INDICADORES DE CALIDAD EN EL CULTIVO DEL BANANO DE LA PROVINCIA EL ORO, ECUADOR

### BEHAVIOUR OF QUALITY INDICATORS IN BANANA CULTIVATION, IN EL ORO PROVINCE, ECUADOR

Odalys Bárbara Burgo Bencomo<sup>1</sup>

E-mail: [burgoodalis19@yahoo.es](mailto:burgoodalis19@yahoo.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8231-7217>

Vladimir Gaitán Suazo<sup>2</sup>

E-mail: [secretdoc-cguy@cmg.eicma.cu](mailto:secretdoc-cguy@cmg.eicma.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2457-0721>

<sup>1</sup> Universidad Metropolitana. Ecuador.

<sup>2</sup> Delegación del Ministerio de la Agricultura. Camagüey. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Burgo Bencomo, O. B., & Gaitán Suazo, V. (2021). Comportamiento de indicadores de calidad en el cultivo del banano de la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 202-209.

#### RESUMEN

El cultivo del banano se reconoce a nivel mundial como renglón alimenticio muy energético que cuenta con altos volúmenes de producción anual. Los resultados investigativos expuestos en la presente investigación complementan un grupo de estudios desarrolladas en la provincia del El Oro, Ecuador, con el propósito de valorar el comportamiento estadístico de indicadores de calidad que inciden en el rendimiento del banano. Se utilizaron tres tratamientos (químico y orgánico con respecto al testigo) en 6 parcelas bananeras durante Diciembre/2018-Junio/2019. El estudio es descriptivo y correlacional. Los indicadores utilizados fueron, la medida del tallo, número de manos, número de dedos, altura de la planta, circunferencia del pseudotallo y peso del racimo al momento de la cosecha. Se utilizaron métodos estadísticos e inferenciales, destacando el análisis de correlación y regresión. Los mejores resultados se observaron en el tratamiento con abono orgánico, lo que justifica las bondades de la agroecología. Los indicadores evaluados coinciden en general con los estudios referenciados. Se identificó que el tipo de tratamiento no influye en la altura promedio de las plantas. Fue posible encontrar modelo de regresión con buen ajuste que permite estimar la circunferencia del pseudotallo según el comportamiento de la altura de planta.

#### Palabras clave:

Indicadores, tratamiento, abono, rendimiento.

#### ABSTRACT

Banana cultivation is recognized worldwide as a very energetic food line that has high volumes of annual production. The investigative results presented in the present investigation complement a group of studies developed in the province of El Oro, Ecuador. In order to assess the statistical behavior of quality indicators that affect banana yield. Three treatments were used (chemical and organic with respect to the control) in 6 banana plots during December / 2018-June / 2019. The study is descriptive and correlational. The indicators used were stem size, number of hands, number of fingers, plant height, pseudostem circumference and bunch weight at harvest time. Statistical and inferential methods were used, highlighting the correlation and regression analysis. The best results were observed in the treatment with organic fertilizer, which justifies the benefits of agroecology. The evaluated indicators generally coincide with the referenced studies. It was identified that the type of treatment does not influence the average height of the plants. It was possible to find a regression model with a good fit that allows estimating the circumference of the pseudostem according to the behavior of the plant height.

#### Keywords:

Indicators, treatment, fertilizer, efficiency.

## INTRODUCCIÓN

La interacción entre el sector educacional, el sector productivo y la biodiversidad para la gestión de los ecosistemas y beneficios al medio ambiente, ha sido ampliamente documentada en el ámbito internacional. En este contexto existen en el Ecuador múltiples proyectos que contribuyen a la sostenibilidad de sistemas de producción de alimentos y a la aplicación de prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la calidad de vida de la población. Tal es el caso del *Modelo de Gestión para pequeñas y medianas empresas bananeras mediante la producción agrícola alternativa con enfoque agroecológico*, el que se desarrolla en Universidad Metropolitana del Ecuador y beneficia con sus resultados a la gestión integral y toma de decisiones de pequeñas y medianas empresas bananeras del Ecuador.

El aporte nutritivo del banano lo realza como producto exportable de alto consumo, considerado entre los principales productos agrícolas exportables en el Ecuador (Burgo, et al., 2019).

Para establecer valoraciones, estudios retrospectivos y conocer la evolución y tendencias de la producción y comercialización de bananos, es imprescindible la correcta identificación y tratamiento de los indicadores que miden este proceso y permiten evaluar el comportamiento de los indicadores de estudio y monitorear los cambios del entorno.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021), establece un grupo importante de indicadores con diferentes clasificaciones que permiten medir la seguridad alimentaria y la nutrición mundial con extensas bases de datos actualizadas por cada sector.

El peso de racimo es uno de los indicadores mas importantes desde el punto de vista del rendimiento al momento de la cosecha, pero para lograr los estándares según la variedad de los cultivos, muy importante es también el control de otros indicadores que contribuyen desde la fase vegetativa al incremento en calidad y cantidad del número de manos y dedos, con la invariante de los necesarios recursos nutritivos del suelo.

La medida del tallo, la progresión de la altura y el diámetro del pseudotallo, entre otros, son indicadores que han constituido objeto de estudio en disímiles investigaciones sobre el cultivo de los bananos enfocados en diferentes escenarios (Ramírez, 2018; Gómez, et al., 2019; Aldana et al., 2020). Acerca de la práctica del destronque y su importancia para el manejo de plagas, se plantea que *“la práctica de destronque o eliminación del seudotallo de la planta madre recién cosechada está dirigida, principalmente, al manejo de plagas y enfermedades. El corte gradual permite que los restos del pseudotallo sirvan como reserva de agua y minerales para los hijos de sucesión en desarrollo (HDS), pero más tarde, al descomponerse, podrían actuar como atrayentes de plagas y enfermedades*

*de importancia económica”* (Rodríguez, et al., 2006, p.275)

Teniendo en cuenta la importancia del tratamiento de indicadores medidores de la calidad del cultivo del banano, es objetivo de esta investigación, valorar el comportamiento estadístico de indicadores de calidad que incidieron en el rendimiento del banano durante Diciembre/2018-Junio/2019 en la provincia El Oro Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 14 plantas seleccionadas según el muestreo aleatorio simple sin reposición, provenientes de 6 parcelas.

Se utilizaron métodos estadísticos e inferenciales. Con la metodología del Análisis Exploratorio de Datos o Exploratory Data Analysis (EDA), fueron más convenientes, de acuerdo al grado de dispersión de los datos, los índices de posición (cuartiles) a través de las Bisagras de Tuckey.

De la Estadística descriptiva clásica, fueron igualmente útiles la media y la desviación típica, el mínimo y máximo de los valores. Las representaciones gráficas estuvieron soportadas sobre los gráficos de barras agrupadas y los provenientes del modelo de ajuste de la regresión.

Las correlaciones calculadas para determinar el grado de dependencia de cada variable del estudio y su significación estadística durante los meses de diciembre de 2018 hasta agosto de 2019, se realizó por mediación del coeficiente de correlación de Pearson, dada la presencia de indicadores cuantitativos medidos en escala de razón.

Los indicadores utilizados fueron, la medida del tallo, el número de manos, el número de dedos, la altura de la planta, la circunferencia del pseudotallo y peso del racimo al momento de la cosecha.

Independientemente del tipo de tratamiento resultó interesante la búsqueda de un modelo de regresión lineal para explicar el comportamiento promedio de diámetro de la circunferencia del pseudotallo según el comportamiento de la altura de la planta. El Análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple, permitió asegurar estadísticamente la significación de la altura para la estimación del mencionado diámetro. El procesamiento de la información se realizó con el Paquete estadístico SPSS para Window V.23.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de la planta tiene incidencia en el resultado de otros indicadores de calidad como es el caso del número de manos, por solo citar un ejemplo.

Se destacan mejores resultados para el tratamiento con abono orgánico, donde la altura alcanzó un promedio general 3,35m con una favorable desviación típica que fue menor en relación a los tratamientos con químicos y el testigo (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas descriptivas. Altura de la planta.

Tipo de Fertilizante	Media	Intervalos de confianza para la media		Desviación Típica
		Límite inf.	Límite sup	
Químico	3,24	2,45	4,00	0,94
Testigo	3,16	2,31	3,92	0,94
Orgánico	3,35	2,51	4,11	0,91

Resultados dentro de estos rangos fueron obtenidos por Ramírez (2018); y Aldana, et al. (2020), mientras al igual que refieren dichos autores, la altura de las plantas muestreadas, con sus correspondientes condiciones experimentales ensayadas, fue superior a la informada por Brenes (2017), en Costa Rica, donde al momento de la floración era de 2.64 m, valor que se aproxima al límite inferior obtenido en el presente estudio.

La evolución de la altura del banano fue satisfactoria. El comportamiento promedio de la altura de la planta independientemente al tratamiento de fertilizante aplicado a partir de diciembre 2018, ha sido creciente hasta el momento de la cosecha, lo que demuestra que el proceso desde la siembra hasta ese momento transcurrió satisfactoriamente, logrando los niveles de crecimiento esperado (figura 1).

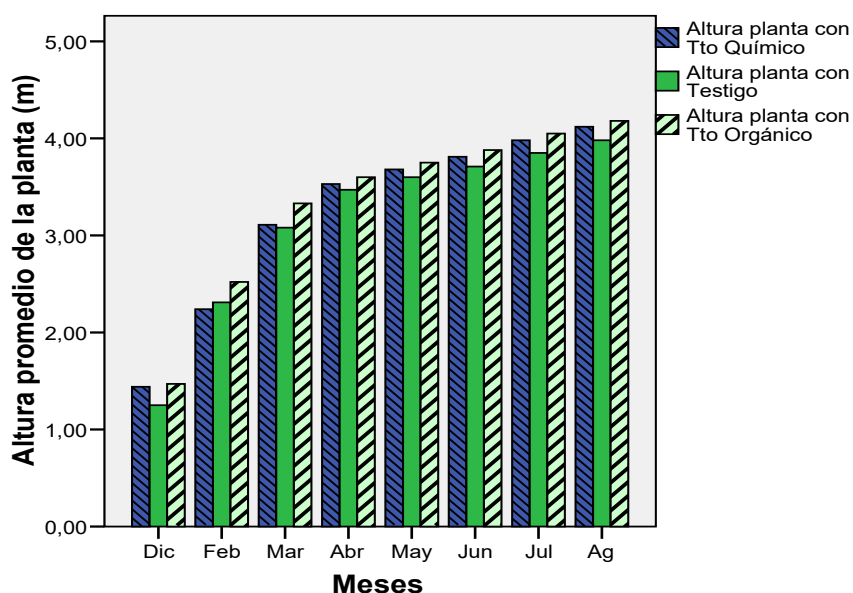


Figura 1. Altura de la planta según los tratamientos.

Complementando este análisis se realizó un Análisis de varianza de clasificación simple. Fueron antecedentes de este estudio, la comprobación de los requisitos de normalidad según los 3 tratamientos. La prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov fue suficiente para comprobar la normalidad, aunque también fue contrastada con la Kolmogorov Smirnov Modificada por Lilliefors con resultados similares. ( $p = 0,715, 0,669$  y  $0,686$ ) respectivamente para los tratamientos con abono químico, el testigo y el abono orgánico. Similares resultados con la aplicación de ambas pruebas es referenciado por Gómez, et al., 2019.

Por intermedio de la Prueba de Levene, para un 5% de significación, fue posible comprobar la homogeneidad de varianzas, con la que se concluye que la varianza del indicador altura de la planta, independientemente del tipo de tratamiento, es la misma. Con el cumplimiento de ambos requisitos, se procedió a realizar la Prueba ANOVA (figura 2).

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
	Tto Químico	Testigo	Tto Orgánico
Z de Kolmogorov-Smirnov	,698	,725	,686
Sig. asintót. (bilateral)	,715	,669	,735

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Altura			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,018	2	21	,983

ANOVA					
Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,147	2	,074	,085	,919
Intra-grupos	18,205	21	,867		
Total	18,352	23			

Figura 2. ANOVA para la variable respuesta: Altura de la planta.

Los resultados hacen notar, sin embargo, que las diferencias entre las alturas que como promedio se lograron en las plantas muestreadas con los 3 tratamientos no se consideran estadísticamente significativas, por lo que el factor tipo de tratamiento no influye en este indicador.

Por la importancia e influencia de los resultados de estos indicadores en el rendimiento del proceso productivo, se propuso en primer lugar realizar un Análisis Exploratorio de Datos a partir de los cuartiles para el indicador peso, los que se resumen en las Bisagras de Tuckey que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de las Bisagras de Tuckey.

		Percentiles		
		25	50	75
Bisagras de Tukey	Peso del racimo. Abono Químico	51,5000	56,0000	61,0000
	Peso racimo. Abono Orgánico	53,0000	59,0000	62,0000
	Peso racimo. Testigo	41,0000	48,0000	58,0000

Del análisis del cuartil 25 se infiere que la cuarta parte de las plantas muestreadas que se trataron con abono químico, obtuvieron racimos de hasta 51,8Kg de peso o sea, las  $\frac{3}{4}$  partes de las plantas tuvieron racimos con pesos superiores a 51,8kg lo que evidencia el comportamiento satisfactorio de este indicador. De igual manera en este análisis resalta el peso de los racimos cuyas plantas recibieron tratamiento orgánico con promedio de 59Kg, según el cuartil 50, representado por la mediana, logrando los mejores resultados. Según el tratamiento testigo el peso promedio de los racimos no rebasó los 48Kg de peso.

Fue demostrada estadísticamente la fortaleza entre las relaciones entre ellos, a partir de la premisa de existencia de correlación entre todos. Sin embargo, un estudio de la fortaleza de esta correlación que pudiera ser de interés para tratamientos y decisiones futuras, no se había realizado hasta el momento en el contexto del citado proyecto (tablas 3,4 y 5).

Tabla 3. Correlaciones bivariadas para el tratamiento con abono químico.

		Correlaciones			
		Peso del racimo. Abono Químico	medida del tallo Tto. Químico	# manos.Tto Químico	# dedos Tto. Químico
Peso del racimo. Abono Químico	Correlación de Pearson	1	,600**	,883**	,830**
	Sig. (bilateral)		,001	,000	,000
	N	28	28	28	28
medida del tallo Tto. Químico	Correlación de Pearson	,600**	1	,571**	,510**
	Sig. (bilateral)	,001		,001	,006
	N	28	28	28	28
# manos.Tto Químico	Correlación de Pearson	,883**	,571**	1	,922**
	Sig. (bilateral)	,000	,001		,000
	N	28	28	28	28
# dedos Tto.Químico	Correlación de Pearson	,830**	,510**	,922**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,006	,000	
	N	28	28	28	28

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se muestran las correlaciones según el Coeficiente de correlación de Pearson, apropiado para variables medidas en escala de razón como las que se tratan. Todas las correlaciones son positivas y significativas al 1%. Con respecto al peso del racimo, las correlaciones de mayor fortaleza se observaron para el número de manos y el número de dedos, 0,883 y 0,830 respectivamente, mientras fue moderadamente fuerte para la medida del tallo (0,6) en el caso del peso y mas bajas con respecto al número de manos y el número de dedos. No obstante, todas las significaciones asintóticas son menores que 0,01, nivel de significación prefijado, por lo que se consideran significativas las correlaciones obtenidas.

Para el tratamiento Testigo, igualmente se obtuvieron correlaciones positivas y todas significativas al 1% (tabla 4).

Tabla 4. Correlaciones bivariadas para el tratamiento testigo.

		Correlaciones			
		Peso racimo. Testigo	medida del tallo Testigo	# manos. Testigo	# dedos Testigo
Peso racimo. Testigo	Correlación de Pearson	1	,667**	,782**	,887**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	25	25	25	25
medida del tallo Testigo	Correlación de Pearson	,667**	1	,611**	,626**
	Sig. (bilateral)	,000		,001	,001
	N	25	25	25	25
# manos.Testigo	Correlación de Pearson	,782**	,611**	1	,866**
	Sig. (bilateral)	,000	,001		,000
	N	25	25	25	25
# dedos Testigo	Correlación de Pearson	,887**	,626**	,866**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,000	
	N	25	25	25	25

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El comportamiento con respecto al peso del racimo y los restantes indicadores es similar al obtenido con el tratamiento químico, aunque se destaca para la medida de tallo, que cuando no se aplica ningún tratamiento con fertilizantes, los resultados del peso, el número de manos y el número de hijos tienen mayor correlación con este indicador según muestran sus valores 0,667, 0,661 y 0,626 respectivamente para cada tratamiento.

Para el tratamiento con abono orgánico (tabla 5), se mantuvieron correlaciones positivas y todas significativas al 1% al igual que los análisis anteriores.

Tabla 5. Correlaciones bivariadas para el tratamiento con abono orgánico.

		Correlaciones			
		Peso racimo. Abono Orgánico	medida del tallo Tto. Orgánico	# manos.Tto Orgánico	# dedos Tto. Orgánico
Peso racimo. Abono Orgánico	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1  28	,637**  28	,908**  28	,950**  28
medida del tallo Tto. Orgánico	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,637**  28	1  28	,588**  28	,632**  28
# manos.Tto Orgánico	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,908**  28	,588**  28	1  28	,894**  28
# dedos Tto.Orgánico	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,950**  28	,632**  28	,894**  28	1  28

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se observan las mejores correlaciones en el análisis del comportamiento con respecto al peso del racimo y los restantes indicadores. La correlación más baja se obtuvo entre la medida del tallo y el número de manos (0,588), mientras la más alta no solo para el análisis de este tipo de abono sino en general para los 3 tratamientos, fue la obtenida por el peso del racimo y el número de dedos (0,95), con lo que se confirma que el crecimiento del banano con este abono se corresponde con un proceso productivo agroecológico con calidad.

Los resultados obtenidos sobre las correlaciones positivas y fuertes entre el peso y el número de manos independientemente del tratamiento, han sido abordados también por otras investigaciones en las que se constata igualmente la existencia de relación entre ambos indicadores, tal es el caso del estudio desarrollado por Villareal (2010), quien plantea que resultados similares indican una buena nutrición y salud del cultivo.

Independientemente del tipo de tratamiento, se decidió realizar la búsqueda de un modelo que permitiera explicar el comportamiento promedio de la circunferencia del pseudotallo según la altura alcanzada por la planta. *“Algunos estudios, como los informados por De la Cruz et al. (2008), refieren 61cm de circunferencia del pseudotallo como promedio para dicho cultivar y Brenes-Gamboa (2017) entre 65 y 69 cm”* (Aldana, et al., 2020)

Estos resultados son ligeramente superiores al valor de la circunferencia promedio obtenido en este estudio que asciende a 52,76cm. La figura 3 muestra los resultados del ajuste a un modelo lineal para describir la relación entre Circunferencia y Altura.

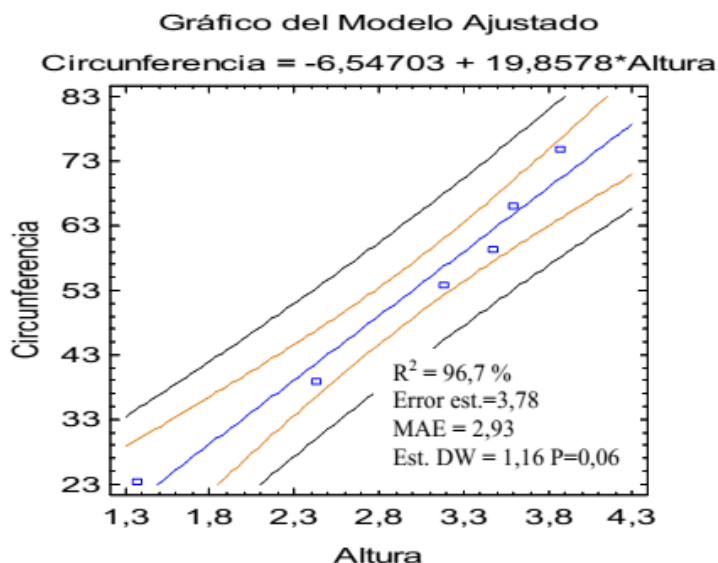


Figura 3. Modelo de ajuste entre la circunferencia del pseudotallo y la altura de las plantas.

El coeficiente de Determinación  $R^2$  indica que el modelo ajustado explica 96,7% de la variabilidad en la Circunferencia. El coeficiente de correlación es igual a 0,98, indicando una relación fuerte y directa entre ambos indicadores. Estos resultados tienen puntos de coincidencia con los obtenidos por Ramírez (2018), quien resalta la progresión en la circunferencia, en la medida que aumenta la altura de las plantas durante la fase vegetativa. En cuanto a los errores, el error estándar de estimación indica que la desviación estándar de los residuos es 3,78 y el error absoluto medio (MAE) de 2,93 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Como el valor probabilístico asociado a dicho estadígrafo no es menor que 0,05 (nivel de significación prefijado) no hay indicios de la existencia de correlación serial con un nivel de confianza del 95,0%.

## CONCLUSIONES

Se considera una invariante en los análisis realizados, tanto para el estudio de la altura media de la planta como para los indicadores seleccionados, que existe una alta incidencia de estos indicadores en el rendimiento del cultivo del banano, como es el caso, del peso del racimo, la medida del tallo, el número de manos y de hijos. Adicionalmente en los tres tratamientos contrastados siempre los mejores resultados se obtienen con el abono orgánico.

No se constataron diferencias significativas entre la altura de la planta según los 3 tratamientos.

Las correlaciones positivas y fuertes entre el peso y el número de manos, el número de dedos y en menor grado, la medida del tallo, independientemente del tratamiento, indican una buena nutrición y salud del cultivo. Igualmente, en la medida que aumenta la altura de las plantas se produce una progresión en la circunferencia durante la fase vegetativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, R., Fernández, O, García, L., Sarría, Z., & Hurtado, H. (2020). Respuesta agronómica de plantas de banano cultivar 'FHIA-17' (*Musa AAAA*) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica. *Biotecnología Vegetal*, 20(2).
- Brenes, S. (2017). Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3).
- Burgo, O., López, R., Izquierdo, R., Juca, F., & García, M., Capa, L. (2018). Estudio experimental en el uso del fertilizante orgánico y el químico. *Espacios*, 39(9).

Burgo, O., Zambrano, A., Izquierdo, R., García, M., Capa, L., & Juca, F. (2019). Impacto de la producción agrícola alternativa en PyMEs bananeras con enfoque agroecológico. *Espacios*, 40(4).

Gómez, S., Torres, V., Medina, Y., Rodríguez, Y., Sardiñas, Y., Herrera, M., & Rodríguez, R. (2019). Aplicación del Modelo Lineal Mixto y Lineal Generalizado Mixto, como alternativas de análisis en experimentos con medidas repetidas. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. FAO. <http://www.fao.org/faostat/es>

Ramírez, J. (2018). Evaluación de parámetros asociados al crecimiento y desarrollo del híbrido FHIA-17 bajo las condiciones tecnológicas de la Unidad Empresarial de Base Agropecuaria "Quemado de Güines. (Trabajo de Diploma). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Rodríguez, C., Cayón, G., & Mira, J. (2006). Influencia del seudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (*Musa AAA Simmonds*). *Agronomía Colombiana*, 24(2), 274-279.

Villareal, J. (2010). Determinación de un índice de calidad del suelo en áreas productoras de banano (*Musa x paradisíaca L.*) de la vertiente del pacífico de Panamá. (Tesis doctoral). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.