



<https://eqrcode.co/a/55ruZa>

TECHNICAL NOTE | NOTA TÉCNICA

Estimate of Rice Crop Yield (*Oryza sativa* L.) in Function of Different Climatic Variables

Estimación del rendimiento agrícola del arroz (Oryza sativa l) en función de diferentes variables climáticas

Ing. Juan del Valle-Moreno^{*}, MSc. Deborah González-Viera^{II}, Ing. Pedro Meneses^{III}, Ing. Rolando Saborit^{III},
Ing. Casimiro Delgado-Torres^{IV}

^I Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II} Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento Manejo de Agroecosistemas Sostenibles, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{III} Estación Territorial de Investigaciones de Granos Sur del Jíbaro-Sancti Spíritus, La Sierpe, Sancti Spíritus.

^{IV} Instituto de Meteorología. Departamento de Agrometeorología, Casablanca, Regla, La Habana, Cuba.

ABSTRACT. The definition of regression models for estimating the productivity of irrigated rice arises from the analysis of the relationship between the decrease in rice crop yields (*Oryza sativa* L) and climatic variables in certain fixed growth periods. For this reason, this work was intended to estimate the crop yield of irrigated rice varieties based on different climatic variables. Crop yield data were taken from experimental trials conducted by the Grains Territorial Research Station Sur del Jíbaro (belonging to the Grain Research Institute). Further, in the grain ripening phenophase, data on climatic variables were collected: air temperature (maximum, minimum, average) and relative humidity. The statistical processing was executed in the SPSS software version 21 on Windows by means of the multiple linear regression analysis (stepwise method) and once the regression equations were obtained, the estimation of the crop yield by interpolation was executed. The results showed that the variables air temperature and relative humidity have a significant effect on the crop yield of rice in Cuba and with the increase in the temperature by 1 ° C of the maximum and minimum temperature, there are effects that range between 4% and 11% in rice crop yield.

Keywords: climatic change, crop forecasting, regression analysis, stepwise regression.

RESUMEN. La definición de modelos de regresión para la estimación de la productividad del arroz irrigado surge del análisis de la relación existente entre la disminución de los rendimientos del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) y las variables climáticas en determinados períodos fijos del crecimiento. Por tal motivo, este trabajo tuvo la finalidad de estimar el rendimiento agrícola de variedades de arroz de riego en función de diferentes variables climáticas. Se tomaron los datos del rendimiento agrícola procedentes de ensayos experimentales conducidos por la Estación Territorial de Investigaciones de Granos Sur del Jíbaro (perteneciente al Instituto de Investigaciones de Granos). Además, en la fenofase de maduración del grano, se recopilaban los datos de las variables climáticas: temperatura del aire (máxima, mínima, media) y humedad relativa. El procesamiento estadístico se ejecutó en el software SPSS versión 21 sobre Windows mediante un análisis de la regresión lineal múltiple (método paso a paso) y una vez obtenidas las ecuaciones de regresión, se ejecutó la estimación del rendimiento agrícola por interpolación. Los resultados manifestaron que las variables temperatura del aire y humedad relativa tienen efecto significativo en el rendimiento agrícola del arroz en Cuba y con el incremento de la temperatura en 1 ° C de la temperatura máxima y mínima, se producen afectaciones que oscilan entre el 4 % y 11 % en el rendimiento agrícola del arroz.

Palabras clave: análisis de regresión, cambio climático, regresión paso a paso, técnicas de predicción

*Author for correspondence: Juan del Valle-Moreno, e-mail: juan@unah.edu.cu

Received: 13/11/2019.

Approved: 14/05/2020.

INTRODUCTION

Rice (*Oryza sativa* L) is a crop with high demand for world food and its production reaches more than 700 million tons (Méndez del Villar, 2019). Cuba is one of the highly consuming nations of this cereal, which amounts to 80.38 kg / person / year.

Part of the national production comes from the Agroindustrial Grains Enterprise “Sur del Jíbaro” which is located in La Sierpe Municipality (Sancti Spíritus Province) and this entity is the second largest producer in the country, although the negative effects of climate change have caused the productivity loss of rice crop (Zedeño *et al.*, 2016).

Different researchers have examined the relationship between the decrease in rice crop yields and climatic variables such as air temperature and solar radiation at certain fixed periods of rice growth, which lead to the definition of regression models for productivity estimation of irrigated rice (Pedro Júnior *et al.*, 1995; Steinmetz *et al.*, 2013 and Macedo, 2014).

On the other hand, in the evaluation of agrometeorological conditions for rice production in Cuba, Delgado (2012) considers that the combined action of climatic variables such as temperature, relative humidity, wind strength, solar brightness and rainfall have a determining effect on rice cultivation under production conditions. In this regard, Rivero-Vega *et al.* (2018) report that the decrease in temperature and the decrease in solar radiation lead to an increase in the potential yields of rice.

Considering the aspects discussed above, this research work was carried out with the objective of estimating crop yields of irrigated rice varieties depending on different climatic variables.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted during the period July / 2011- July / 2012 in the experimental areas of the GrainsTerritorial Research Station Sur del Jíbaro, located at 21 ° 41'3 "north latitude and 79 ° 11'6" west longitude at an elevation of 30 meters above sea level, sowing the varieties monthly under flooding conditions in a Gleysol Vertico soil (Hernández *et al.*, 2015).

Soil preparation was done with direct puddling technology and the method of direct broadcast sowing of pregerminated seed was used with a standard sowing of 120 kg ha⁻¹. Pregermination seed and cultural attentions were carried out according to the technical recommendations of rice crop in Cuba defined by the Instituto de Investigaciones del Arroz (2008). Experimental plots size was 100 m² with a calculation area of 75 m², arranged in random blocks for each treatment (months) with five replications.

For the precision of a development period of rice plant, the grain ripening phenophase was considered according to Yoshida & Parao (1976), which was determined under field conditions according to the current methodology for this crop (CIAT, 1980).

Daily recording of climatic variables carried out compiling weather data: air temperature (maximum, average and minimum) in ° C and relative humidity (%), in the duration of the

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L) es un cultivo con alta demanda para la alimentación mundial y su producción alcanza más de 700 millones de toneladas (Méndez del Villar, 2019). Cuba es una las naciones altamente consumidoras de este cereal, que asciende a 80,38 kg/persona/año.

Parte de la producción nacional, proviene de la Empresa Agroindustrial de Granos “Sur del Jibaro” que se encuentra ubicada en el municipio de La Sierpe (provincia Sancti Spíritus) y dicha entidad es la segunda productora del país aunque los efectos negativos del cambio climático han ocasionado la pérdida de la productividad del cultivo del arroz (Zedeño *et al.*, 2016).

Diferentes investigadores han examinado la relación existente entre la disminución de los rendimientos del cultivo del arroz y las variables climáticas tales como la temperatura del aire y la radiación solar en determinados períodos fijos del crecimiento del arroz, que conducen a la definición de modelos de regresión para la estimación de la productividad del arroz irrigado (Pedro Júnior *et al.*, 1995; Steinmetz *et al.*, 2013; Macedo, 2014).

Por otra parte, en la evaluación de las condiciones agrometeorológicas para la producción arroceras en Cuba, Delgado (2012) considera que la acción combinada de las variables climáticas siguientes: temperatura, humedad relativa del aire, fuerza del viento, brillo solar y precipitaciones tienen un efecto determinante en el cultivo del arroz en condiciones de producción. Al respecto, Rivero-Vega *et al.* (2018) refieren que el descenso de la temperatura y el decrecimiento de la radiación solar conducen al incremento de los rendimientos potenciales del arroz.

Considerando los aspectos anteriormente expuestos, se desarrolló la investigación con el objetivo de estimar el rendimiento agrícola de variedades de arroz de riego en función de diferentes variables climáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el período Julio/2011-Julio/2012 en las áreas experimentales de la Estación Territorial de Investigaciones de Granos Sur del Jíbaro, localizado en los 21°41'3" Latitud Norte y 79°11'6" Longitud Oeste a una elevación de 30 msnm, realizándose siembras mensuales de las variedades bajo condiciones de aniego en un suelo Gleysol Vértico (Hernández *et al.*, 2015).

La preparación de suelo se hizo con la tecnología de fanguero directo y se utilizó el método de siembra directa a voleo con semilla pregerminada a una norma de siembra de 120 kg ha⁻¹. La pregerminación de la semilla y las atenciones culturales se efectuaron según las recomendaciones técnicas del cultivo del arroz en Cuba definidas por el Instituto de Investigaciones del Arroz (2008). El tamaño de las parcelas experimentales fue de 100 m² con un área de cálculo de 75 m², dispuestas en bloques al azar para cada tratamiento (meses) con 5 repeticiones.

Para la precisión de un período del desarrollo de la planta de arroz, se consideró la fenofase de maduración del grano de acuerdo con Yoshida y Parao (1976), la cual fue determinada en condiciones de campo según la metodología vigente para este cultivo (CIAT, 1980).

La compilación de datos climáticos se realizó mediante el registro diario de las variables climáticas: temperatura del aire (máxima, media y mínima) en °C y humedad relativa (%), en la duración de la fenofase analizada, tomando como referencia

phenophase analyzed, taking the Meteorological Station as a reference. No. 78 341, located at the geographic coordinates 79.191581 North Latitude and 21.691545 West Longitude and elevation of 30 meters above sea level in El Jibaro Town of La Sierpe Municipality, Sancti Spiritus Province.

Crop yield data in t ha⁻¹ at 14 % humidity and climatic variables were tabulated in Microsoft Excel 2003 program. Statistical processing was performed in SPSS version 21 program on Windows IBM Corporation (2011) by multiple linear regression (stepwise method). In this way, correlation coefficients were obtained with regression equations that express relationship between climate and crop yield of the rice crop at that site, as well as yield estimation by interpolation method.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the correlation - regression analysis in sowing months between the main elements of the climate in Sur del Jibaro (Sancti Spiritus) are reflected in Table 1.

TABLE 1. Main results of multiple linear regression (stepwise method) between the climatic variables and crop yield per variety
TABLA 1. Principales resultados de la regresión lineal múltiple (método paso a paso) entre las variables climáticas y el rendimiento agrícola por variedad

Variety	r	Signification	Equations
IACuba 31	0,818	0,021	Rend = 21,674 - 0,391*Tmáx - 0,060*Hr
IACuba 40	0,520	0,123	Rend = 7,079 - 0,164*Tmin
Jucarito 104	0,865	0,031	Rend = 2,914 - 0,466*Tmin + 0,468*Tmáx - 0,050Hr
Procequisa-4	0,839	0,050	Rend = - 2,808 - 1,276*Tmin - 0,205*Tmáx + 1,517*Tmed

Rend: Crop yield at 14 % humidity. Tmax: Air temperature (maximum). Tmin: Air temperature (minimum). Tmed: Air temperature (mean). Hr: relative humidity

Generally, the correlation is acceptable between crop yields with air temperature (maximum, average and minimum) in Procequisa 4 variety. This result was also obtained in IACuba 31 and Jucarito 104 varieties, where relative humidity constitutes one of the factors associated with the expression of crop yield. In the case of the IACuba 40 variety, the correlation between variables was regular.

Another important aspect is that negative coefficients were obtained in linear equations which expresses that, the increased value of the independent variables, reduces crop yield (dependent variable). That is shown in the estimation by means of linear equations in Figures 1, 2, 3 and 4. The nature of the statistical model that describes the relationship between the variables coincides with De Datta (1982) investigations where it is stated that low relative humidity influences the glume opening. Also, these results contrast with Franco & Ramírez (2000) studies on the sowing schedule in rice crop at this site, where relative humidity values were negatively correlated with crop yield.

Estimating crop yields showed that this parameter decreases approximately 5% for the variety IACuba 40, 10% for the variety IACuba 31, 13% for Procequisa 4 and Jucarito 104 varieties in increments of 1 °C produced from maximum and minimum temperatures in cultivars analyzed for phenophase maturation. These results are below that reported in the literature where Mohandass *et al.* (1995) and Peng *et al.* (2004) assert that the decrease in rice pro-

la Estación Meteorológica número 78 341, localizada en las coordenadas geográficas 21.691545 Latitud Norte y 79.191581 Longitud Oeste con elevación de 30 msnm, en la localidad de El Jibaro Municipio La Sierpe, provincia Sancti Spiritus.

Los datos del rendimiento agrícola al 14% de humedad en t ha⁻¹ y las variables climáticas fueron tabulados en el programa Microsoft Excel 2003. El procesamiento estadístico se ejecutó en el programa SPSS versión 21 sobre Windows IBM Corporation (2011) mediante la regresión lineal múltiple (método paso a paso). De este modo, se obtuvieron los coeficientes de correlación con sus ecuaciones de regresión que expresan la relación existente entre el clima y el rendimiento agrícola del cultivo del arroz en dicho sitio, así como la estimación del rendimiento por el método de interpolación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de correlación–regresión en los meses de siembra entre los elementos principales del clima en Sur del Jibaro (Sancti Spiritus) se reflejan en la Tabla 1.

De forma general, la correlación fue aceptable entre el rendimiento agrícola con la temperatura del aire (máxima, media y mínima) en la variedad Procequisa 4. También se obtuvo este resultado en las variedades IACuba 31 y Jucarito 104, donde la humedad relativa constituye uno de los factores asociados a la expresión del rendimiento agrícola. En el caso de la variedad IACuba 40, la correlación entre las variables fue regular.

Otro aspecto importante a destacar es que se obtuvieron coeficientes negativos en las ecuaciones lineales, lo cual expresa que, al aumentar el valor de las variables independientes, disminuye el rendimiento agrícola (variable dependiente), cuestión que se demuestra en la estimación por medio de las ecuaciones lineales en las Figuras 1, 2, 3 y 4.

La naturaleza del modelo estadístico que describe la relación entre las variables coincide con las investigaciones de De Datta (1982) donde se afirma que la baja humedad relativa influye en la apertura de las glumelas. También, estos resultados contrastan con los estudios de Franco y Ramírez (2000) sobre el calendario de siembra en el cultivo del arroz en este sitio, donde los valores de la humedad relativa se correlacionaron de forma negativa con el rendimiento.

La estimación del rendimiento agrícola arrojó que este parámetro disminuye aproximadamente el 5% para la variedad IACuba 40, el 10% para la variedad IACuba 31, el 13% para las variedades Procequisa 4 y Jucarito 104 cuando se producen incrementos de 1 °C de la temperatura máxima y mínima en los cultivares analizados para la fenofase de la maduración. Estos resultados se encuentran por debajo de lo reportado por la literatura donde Mohandass *et al.* (1995) y Peng *et al.* (2004) aseveran que la disminución de la

ductivity is above 14.5% and 15%, respectively, in these climatic conditions.

productividad del arroz está por encima del 14.5% y 15%, respectivamente en estas condiciones climáticas.

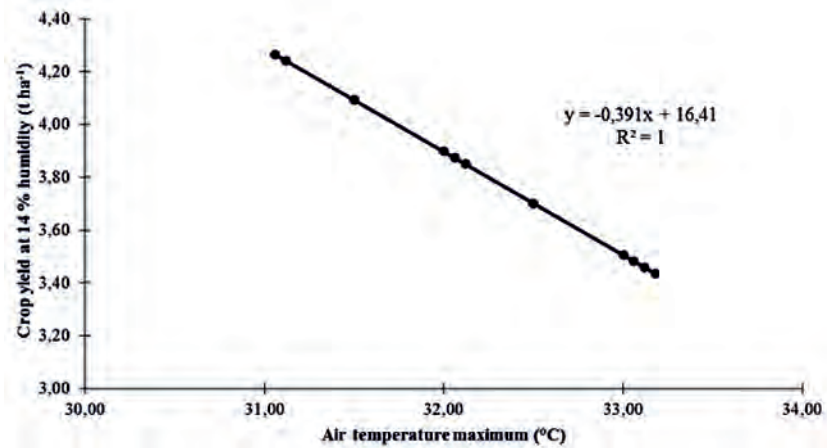


FIGURE 1. Crop yield estimation in IACuba 31 variety depending on Tmax variation and mean value Hr = 87.74 %.
 FIGURA 1. Estimación del rendimiento en la variedad IACuba 31 en función de la variación de Tmáx y el valor medio de Hr = 87,74 %.

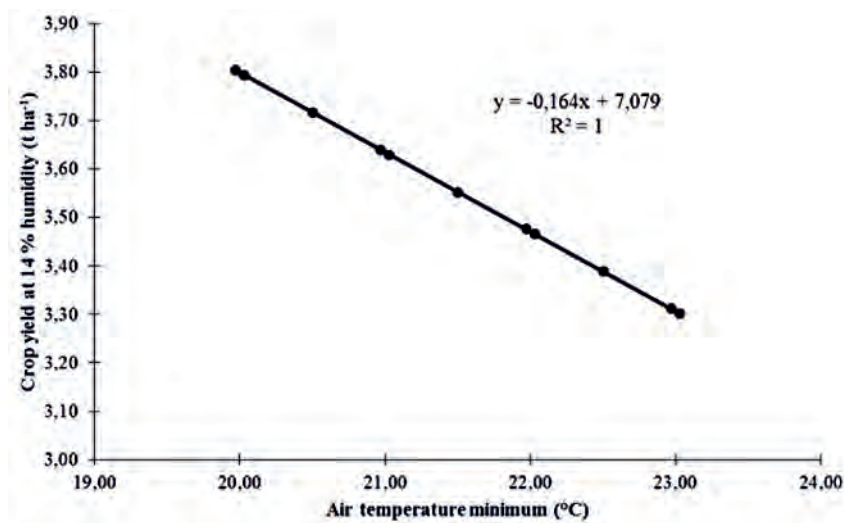


FIGURE 2. Crop yield estimation in IACuba 40 variety depending on Tmin variation.
 FIGURA 2. Estimación del rendimiento en la variedad IACuba 40 en función de la variación de Tmín.

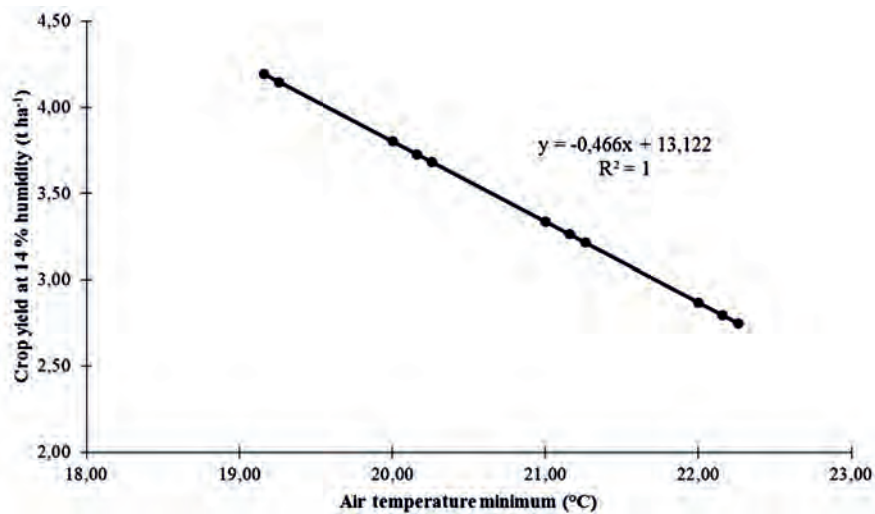


FIGURE 3. Crop yield estimation in Jucarito 104 variety depending on Tmin variation, considering the mean values of Hr = 90.11 % and Tmax = 31.44 °C.
 FIGURA 3. Estimación del rendimiento en la variedad Jucarito 104 en función de la variación de Tmín y los valores medios de Hr = 90,11% y Tmáx = 31,44 °C.

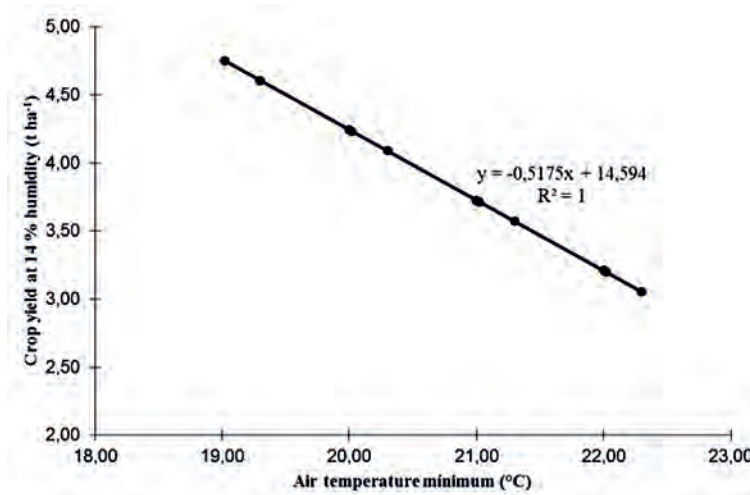


FIGURE 4. Crop yield estimation in Procequisa 4 variety depending on Tmin variation and the mean value Tmax = 31.44 ° C.
 FIGURA 4. Estimación del rendimiento en la variedad Procequisa 4 en función de la variación de Tmin y el valor medio de Tmáx = 31,44 °C.

CONCLUSIONS

- Biometrically, it was shown that the variables air temperature and relative humidity have a significant effect on the productivity of the rice crop.
- The decrease percentage of crop yields ranged between 5% and 11% for each increase of 1 ° C of the maximum and minimum temperatures, with greatest effect involvement in Procequisa 4 and Jucarito 104 varieties.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the results from the project “Influence of sowing date on crop yield and grain quality rice varieties with different cycle in five locations in Cuba”. This project is executed by Grains Research Institute. Thanks for the valuable support to the research.

REFERENCES

- CIAT,.: *Guía de Estudio: Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz.*, ser. 04SR-05.04, Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), pp. 28, Cali, Colombia, 1980.
- DE DATTA, S.K.: *Principles and practices of rice production.*, [en línea] Ed. International Rice Research Institute (IRRI), 1st ed., pp. 642, ISBN--10: 0471080748 ISBN-13: 978-0471080749, Los Baños, Laguna, Philippines, 1982. *Disponible en:* http://books.irri.org/0471097608_content.pdf [Consulta: 27 de enero de 2020].
- DELGADO, C.: “Influencia de las condiciones agrometeorológicas sobre la producción arrocerca en Cuba.”, En: *III Congreso de Meteorología Tropical Tema: La Agrometeorología en los Trópicos*, pp. 518-551, Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba., 2012.
- FRANCO, I.; RAMÍREZ, E.: “Variación de las fenofases del cultivo del arroz bajo condiciones de aniego en función de época de siembra.”, [en línea] *Revista Cubana del Arroz*, ISSN-1607-6273, 2(2): 35-40, 2000. *Disponible en:* <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1041/cuf0007s.pdf> [Consulta: 20 de junio de 2017].
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D.; CASTRO, N.: *Clasificación de los suelos de Cuba.*, Ed. Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), pp. 93, ISBN-978-959-7023-77-7, San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba, 2015.
- IBM CORPORATION *Statistical Package for the Social Science SPSS*, (Versión 21), [en línea] [Windows], Ed. IBM Corporation, 2011. *Disponible en:* <http://www.ibm.com> [Consulta: 20 de junio de 2016].
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DEL ARROZ: *Instructivo Técnico Cultivo del Arroz.*, Ed. Ministerio de la Agricultura, XV ed., pp. 56, ISBN-959-246-037-X, La Habana, Cuba, 2008.
- MACEDO, I.: *Incidencia de factores climáticos en el rendimiento de cultivares élite de arroz.*, [en línea] 75pp., Tesis (en opción al título de

CONCLUSIONES

- Biométricamente, se demostró que las variables temperatura del aire y humedad relativa tienen efecto significativo en la productividad del cultivo del arroz.
- El porcentaje de disminución del rendimiento agrícola osciló entre el 5 % y el 11 % por cada incremento de 1 °C de la temperatura máxima y mínima, con mayor afectación en las variedades Procequisa 4 y Jucarito 104.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de los resultados del proyecto “Influencia de la época de siembra sobre el rendimiento agrícola e industrial de variedades de arroz con diferente ciclo en cinco localidades de Cuba” ejecutado por el Instituto de Investigaciones de Granos. Muchas gracias por el valioso apoyo a la investigación.

- Ingeniero Agrónomo), Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay, 2014. *Disponible en:* <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1676> [Consulta: 27 de enero de 2020].
- MÉNDEZ DEL VILLAR, P.: *INFOARROZ - Informativo mensual del mercado mundial del arroz.*, [en línea] diciembre de 2019, *Disponible en:* http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20200113080441_15_ia1219es.pdf [Consulta: 27 de enero de 2020].
- MOHANDASS, S.; KAREEM, A.A.; RANGANATHAN, T.B.; JEYARAMAN, S.: “Rice production in India under current and future climate.”, [en línea] edit. R.B Mathews, M.J Kroff, D Bachelet, y H.H van Laar, *Modeling the impact of climate change on rice production in Asia. PART II The Impact of Climate Change on Rice Production in Selected Asian Countries.*, ISBN-0 85198 959 4, pp. 165-181, Ed. International Rice Research Institute (IRRI) and CAB International, Manila, Philippines, 1995. *Disponible en:* http://books.irri.org/0851989594_content.pdf [Consulta: 27 de enero de 2020].
- PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, A.V.C.; VILLELA, O.V.: “Estimativa da produtividade de arroz irrigado por inundação em função da temperatura do ar e da radiação solar”, [en línea] *Scientia Agricola*, ISSN-0103-9016, DOI-10.1590/S0103-90161995000100017, 52(1): 96-100, abril de 1995. *Disponible en:* <http://www.scielo.br/pdf/sa/v52n1/16.pdf> [Consulta: 27 de enero de 2020].
- PENG, S.; HUANG, J.; SHEEHY, J.; LAZA, M.R.; VISPERAS, R.; ZHONG, X.; CENTENO, G.; KHUSH, G.; CASSMAN, K.: “Rice yields decline with higher night temperature from global warming”, edit. E.D Redoña, A.P Castro, y G.P Llanto, *Rice Integrated Crop Management: Towards a RiceCheck system in the Philippines.*, ser. Proceedings of the National Workshop on Rice Integrated Crop Management, ISBN--10: 971908121X ISBN-13: 978-9719081210, pp. 46-56, Ed. Department of Agriculture, Philippine Rice Research Institute, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, 4 de mayo de 2004.
- RIVERO-VEGA, R.E.; RIVERO-JASPE, Z.I.; RIVERO-JASPE, R.R.: “Impactos de una fluctuación climática sobre el arroz, maíz y soya en Camagüey – Sancti Spiritus”, [en línea] *Revista Cubana de Meteorología*, ISSN-2664-0880, 24(1): 44-60, 29 de enero de 2018. *Disponible en:* <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/259> [Consulta: 27 de enero de 2020].
- STEINMETZ, S.; DEIBLER, A.N.; SILVA, J.B. da: “Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar”, [en línea] *Ciência Rural*, ISSN-0103-8478, DOI-10.1590/S0103-84782013000200003, 43(2): 206-211, febrero de 2013. *Disponible en:* <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n2/a4013CR2012-0542.pdf> [Consulta: 27 de enero de 2020].
- YOSHIDA, S.; PARAO, F.T.: “Climatic Influence on Yield and Yield Components of Lowland Rice in the Tropics”, En: *Symposium Climate & Rice*, pp. 471-494, Los Baños, Laguna, Philippines, 1976.
- ZEDEÑO, A.R.; CARBONELL, B.E.; ELIZALDE, R.L.: “Análisis ambiental desde una perspectiva jurídica del ecosistema sur del Municipio La Sierpe”, [en línea] *Ciencia e Interculturalidad*, ISSN-2223-6260, DOI-10.5377/rci.v18i1.3053, 18(1): 109-122, 1 de julio de 2016. *Disponible en:* <http://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/361> [Consulta: 27 de enero de 2020].

Juan del Valle-Moreno, Profesor, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Carretera Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: juan@unah.edu.cu

Deborah González-Viera, Investigadora, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento Manejo de Agroecosistemas Sostenibles, Carretera a Tapaste km 3.5 Gaveta Postal 1, CP 32 700. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, Tel. / Fax: (53) 86 3867, e-mail: deborah@inca.edu.cu

Pedro Meneses, Inv., Estación Territorial de Investigaciones de Granos Sur del Jíbaro-Sancti Spiritus. Carretera del Jíbaro. Pitajones. La Sierpe, Sancti Spiritus, e-mail: etia@jibaro.co.cu

Rolando Saborit, Inv., Estación Territorial de Investigaciones de Granos Sur del Jíbaro-Sancti Spiritus. Carretera del Jíbaro. Pitajones. La Sierpe, Sancti Spiritus, e-mail: etia@jibaro.co.cu

Casimiro Delgado-Torres, Inv.

The authors of this work declare no conflict of interests.

This item is under license Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher.