

---

# INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS SOBRE EL CULTIVO DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*) EN EL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE-HUILA

David Saavedra Mora  
*Profesional SENNOVA*

Leidy Machado Cuellar  
*Profesional SENNOVA*

Valentín Murcia Torrejano  
*Tecnólogo SENNOVA*  
*Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Regional Huila*  
*Centro de Formación Agroindustrial La Angostura*  
*Grupo de investigación Agroindustrial La Angostura*

Diego Rodríguez Salamanca  
*Federación Nacional de Arroceros-Fedearroz-Seccional Campoalegre*

Autor para correspondencia:  
[dsaavedram@sena.edu.co](mailto:dsaavedram@sena.edu.co)

**Resumen:** Las oscilaciones climáticas influyen considerablemente en la producción de los cultivos; por esta razón, se estudió la incidencia de las condiciones climáticas sobre la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) por medio de un análisis de datos de producción y variables climáticas registradas en la estación meteorológica ubicada en el Municipio de Campoalegre entre los años 2012-2016. Los datos de producción fueron registrados por grupos de investigadores y técnicos de la Federación Nacional de Arroz seccional Campoalegre (Fedearroz). Para la descripción de datos se realizó un análisis de varianza con pruebas de significancia Tukey ( $p < 0.05$ ) y un análisis de componentes principales para determinar la relación entre variables. Se encontró que para el año 2016 una producción media mensual de 7,54 Ton/ha, con un acumulado anual de 90,5 Ton/ha, presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con relación a los demás años. En este sentido, se encontró que los meses recomendados para la siembra van desde marzo hasta junio y los meses de cosecha son octubre, noviembre y diciembre. Por otra parte, las variables de mayor incidencia en la producción de arroz son el déficit de presión de vapor (DPV), la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y la evapotranspiración con una explicación del 70,1%.

**Palabras claves:** Cambio climático, producción, variables climáticas.

---

## INCIDENCE OF THE CLIMATIC CONDITIONS ON THE CULTURE OF RICE (*ORYZA SATIVA*) IN THE MUNICIPALITY OF CAMPOALEGRE - HUILA

**Abstract:** Climatic oscillations greatly influence the production of the crops; for this reason, the incidence of the climatic conditions on the productivity of rice cultivation was studied (*Oryza sativa*) by means of analyzing production information and climatic variables registered in the meteorological station located in Campoalegre's Municipality between the years 2012-2016. The information of production was gathered by groups of investigators and technical personnel from the National Federation of Rice branch Campoalegre (Fedearroz). For the description of information an analysis of variance was made with Tukey significance tests ( $p < 0.05$ ) and an analysis of principal components was carried on to determine the relation between variables. It was found that in 2016 a production of 7,54 Ton/ha, with an annual accumulated of 90,5 Ton/ha, presented a significant difference ( $p < 0.05$ ) in relation to other years. In this respect it was determined that the interval recommended for sowing goes from March to June and the months for harvesting are October, November and December. On the other hand, the variables of major incidence in the production of rice are the vapor pressure deficit (VDO), the temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), the photosynthetically active radiation (PAR) and the evapotranspiration with an incidence of 70.1%.

**Key words:** Climate change, production, climatic variables.

### Introducción

El cultivo de arroz es considerado el segundo de mayor importancia en Colombia, con el "12% del área cosechada; representa el 30% de los cultivos transitorios. Su producción es del 6% del valor de la producción agropecuaria y el 10% de la actividad agrícola en Colombia" (DANE, 2015). El arroz es cultivado bajo dos sistemas: 94% por medio de mecanización y 6% de forma tradicional; adicionalmente, predomina el sistema de riego en las diferentes zonas (McLean *et al.*, 2013). No obstante, el cultivo de arroz no es ajeno a los efectos del clima, que pueden disminuir el rendimiento de la producción, generando a su vez pérdidas económicas a pequeños productores, bajos rendimientos por hectárea y disminución de empleo. Todas estas son consecuencias de la variabilidad climática y de la presencia de fenómenos como El Niño y La Niña (Castilla *et al.*, 2010; Barrios, 2016).

Los cambios climáticos se han intensificado durante los últimos años debido a las actividades de la industria, la agricultura, el sector minero y gracias al aumento demográfico. Estas actividades han incrementado las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Esperanza, 2013), Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ) Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y monóxido de carbono, los cuales fluctúan en la atmósfera modificando las estaciones climáticas (Carrasco, 2016). Estas modificaciones a su vez generan cambios en las fuentes hídricas, los ecosistemas y en el sector productivo (Maldonado y Orrego, 2015). Como consecuencia de esto la producción de arroz en Colombia durante los últimos 15 años ha tenido cambios significativos, con una reducción del 17% del área cultivada total, pasando de 447.000 hectáreas en el año 2000 a 373.000 ha en el 2014. La producción Nacional sufrió una disminución del 22%: pasó de 2.200.000 toneladas

a 1.730.000 toneladas. Finalmente, también se ha visto afectado el rendimiento promedio nacional por hectárea que bajó un 12%: pasó de 4,9 ton/ha a 4,3 ton/ha durante el mismo periodo (DANE, 2014; Fedearroz, 2016).

Los factores climáticos han afectado el cultivo de arroz en el Departamento del Huila. La temperatura y la prolongación de la sequía contribuyen a la disminución del contenido volumétrico de agua en el suelo y a la disponibilidad de esta en las fuentes hídricas. Adicionalmente, la relación entre humedad relativa y precipitación incide en problemas fitosanitarios (Guarín, 2011). Otra de las variables que afecta directamente la productividad del cultivo es la radiación. La intensidad de la sequía tiene como consecuencia el vaneamiento de la panícula del arroz, limitando el llenado de granos y afectando la calidad de la producción (Fedearroz, 2017).

Por otra parte, la explicación y el uso adecuado de las variables climáticas ayudan a los agricultores a tomar decisiones acertadas en las labores agroecológicas de los cultivos (Barrios, 2016), lo que permite la aplicación de nuevas tecnologías y el mejoramiento genético. Con una mejor disponibilidad del recurso hídrico se obtienen mayores rendimientos y de esta manera los agricultores se vuelven competitivos y eficientes, practicando una agricultura rentable y sostenible en sus cultivos de arroz (SAG, 2013). De acuerdo con estas ideas, el objetivo de este artículo es analizar la incidencia de las condiciones climáticas sobre el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) entre los años 2012 a 2016 y estudiar los cambios de producción con relación a las anomalías de las variables climáticas.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Campoalegre-Huila, localizado a 2°41'06.30" lat N, -75°19'35.91" Long W, a una altitud 612 m.s.n.m en la zona norte del

departamento del Huila, limitado por la margen oriental de la cuenca del río grande del Magdalena y sobre la Rivera del río Neiva entre las cordilleras central y oriental. Las condiciones climáticas de la zona son: temperatura promedio de 28°C, humedad relativa promedio de 62%, precipitación promedio anual de 1300 a 1800 mm con dos periodos de lluvia; el resto del año prevalece la sequía. Según la clasificación ecológica (Holdrige, 1987) el municipio de Campoalegre se encuentra en una zona de Bosque Seco Tropical (Bs-T).

### Recolección de datos

Para evaluar la incidencia de las condiciones climáticas sobre la producción del cultivo de arroz se tomaron datos suministrados por la Federación Nacional de Arroz en el municipio de Campoalegre. Los datos fueron recolectados por investigadores y técnicos de Fedearroz durante el periodo del 2012-2016. En cada mes cosechado, se tomó cierto número de lotes y se registraron datos de recolección. Esta información fue suministrada por agricultores y corroborada por operarios de las cosechadoras.

Los datos de las condiciones climáticas del Municipio de Campoalegre del año 2012 hasta el 2016, fueron tomados de la estación meteorológica ubicada geográficamente a latitud N 2.697066°, Longitud W-75.361987°, en la finca Altagracia de la Compañía Agrícola Díaz SAS, vereda Llano, norte del municipio de Campoalegre; se registraron variables de temperatura (°C), humedad relativa (%), precipitación (mm), radiación solar (Watt m<sup>-2</sup>), velocidad del viento (Km/h) y nubosidad, en un intervalo de un minuto; la descarga de datos se realizó por medio del programa Weatherlink, que permite la visualización en tiempo real y el almacenamiento de información.

A partir de los datos se calculó el DPV con la fórmula de Rosenberg *et al.* (1983) citada por Arellano *et al.*, (2006) y para obtener los valores mínimos y máximos de humedad relativa y temperatura se utilizó el procedimiento según Allen *et al.* (2006) y Prenger y Ling (2001).

El potencial hídrico ( $\Psi_a$ ) se determinó según el procedimiento de Azcón-Bieto y Talon (2008).

### Análisis de datos

Para analizar los datos de la incidencia de las condiciones climáticas sobre el cultivo de arroz, se hizo un análisis con pruebas de significancia Tukey ( $p < 0.05$ ) que permiten establecer la diferencia en la producción del período de evaluación entre los años 2012 y 2016. Se realizó un análisis de los componentes principales para determinar la relación entre variables. Los análisis se realizaron empleando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017).

### Resultados y discusión

Según la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz, 2017), en el 2016 había en el país 488 productores de arroz distribuidos en 894 unidades productivas (UPA), con un total de área sembrada de 13,647

hectáreas, siendo Campoalegre el mayor productor del departamento del Huila. En este municipio el cultivo de arroz es la principal actividad económica.

La producción de arroz en el municipio de Campoalegre durante el año 2016 presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con los mayores rendimientos promedios de producción con 7,54 Ton/ha, con un acumulado anual de 90,5 Ton/ha, incrementado un 0,57 Ton/ha con relación al 2012, a diferencia de los años 2015 y 2014 en los que hubo rendimientos promedio de producción de 7,18 y 7,17 Ton/ha (tabla 1). Por otra parte, para el año 2013 presentó una disminución significativa en el rendimiento del 5,95 Ton/ha a diferencia de los otros años. Sin embargo, resultados reportados por el DANE y Fedearroz (2017) demuestran que los departamentos del Huila y Tolima presentan los valores más altos de rendimientos a nivel nacional comprendidos entre los años 2012 y 2016.

**Tabla 1. Producción de arroz en el municipio de Campoalegre y condiciones climáticas entre los años 2012 y 2016.**

AÑO	Media Ton/Ha	Acumulado Ton/Ha	°C	PAR	%Hr	mm	ET	DVP	$\Psi_a$
2012	6,97	76,65	25,89	281,45	76,91	247,6	0,14	0,61	-53,93
2013	5,95	71,42	25,98	279,38	78,67	785,9	0,13	0,61	-52,61
2014	7,17	86	26,23	284,11	78,03	945,2	0,14	0,6	-51,06
2015	7,17	86,2	27,04	304,94	73,58	555	0,14	0,75	-62,08
2016	7,54	90,5	26,8	273,33	74,14	819	0,14	0,79	-66,93

°C: Temperatura; PAR: Radiación fotosintéticamente activa; % Hr: Humedad relativa; mm: Precipitación; ET: Evapotranspiración; DPV: Déficit de presión de vapor;  $\Psi_a$ : Potencial hídrico atmosférico. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se encontró que durante los cinco años las variables climáticas han sido fluctuantes. Se evidencia que la temperatura aumentó un 0,91°C; la humedad relativa disminuyó un 2,77%; la precipitación y radiación fotosintéticamente activa ( $\mu\text{moles fotonos/m}^2\text{s}^{-1}$ ) han mostrado una alta variación; finalmente, el

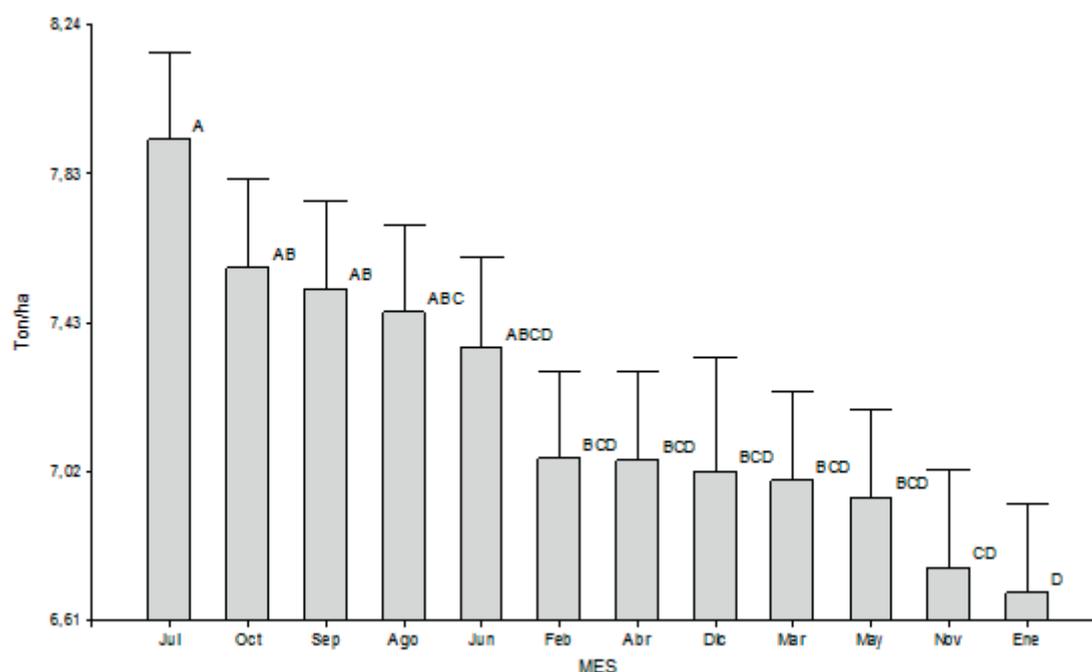
déficit de presión de vapor (K<sub>ap</sub>) aumentó 0,18 Kpa durante los cuatro años de 2012 a 2016 (tabla 1). Según los resultados el municipio de Campoalegre aún se encuentra en las condiciones climáticas óptimas, aunque se debe considerar la variación de precipitación y temperatura, por el aumento progresivo durante los últimos

años y las bajas temperaturas que se pueden registrar en época de lluvia. Estudios realizados por Barrios (2016), encontraron en variedades de Fedearroz 2000, Fedearroz 60, Fedearroz 733 y CT21375, que las temperaturas mínimas afectan el desarrollo de la panícula y la floración del cultivo, de forma similar a lo reportado por Garcés (2013) que menciona que estas inciden también en el vaneamiento y llenado de granos.

En la producción mensual se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ): para el mes de julio una media general de producción de 7,92 Ton/Ha, seguido de octubre, septiembre, agosto y junio con rendimientos por hectárea de 7,57 Ton/Ha, 7,51 Ton/Ha, 7,45 Ton/Ha, 7,36 Ton/Ha, respectivamente. Los resultados evidencian que la tendencia de producción anual entre los años 2012 a 2015 está asociada al modelo binomial de las condiciones climáticas, acoplado a los patrones de precipitación

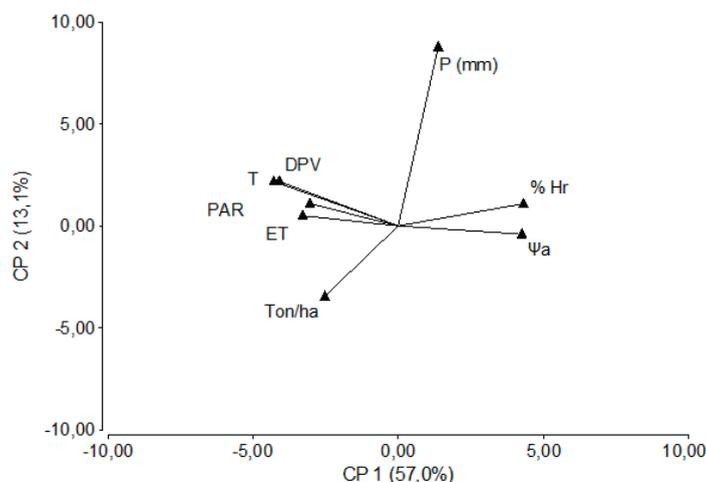
y temperatura anual, dado el establecimiento del cultivo de dos siembras durante el año (figura 1).

En este sentido, la mayor producción en la zona se presenta en época seca; en los meses de noviembre, diciembre, abril, marzo y mayo hay una menor producción; esto se debe principalmente a que los arroceros realizan actividades de siembra aprovechando las condiciones climáticas. Durante los meses lluviosos las condiciones de alta humedad relativa debido al aumento de las precipitaciones favorecen la aparición de enfermedades en etapas fisiológicas en la transición de floración a maduración, afectando significativamente las producciones (Guarín, 2011). Cabe agregar que desde la segunda quincena de marzo hasta la primera de junio se presenta menor radiación con respecto a los demás meses, comprometiendo el llenado de los granos (Barrios, 2016).



**Figura 1.** Relación de Ton/ha de arroz y meses de producción. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de componentes principales (ACP) explica el 70,1% en los dos primeros ejes, donde las variables como déficit de presión de vapor (DVP), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), radiación fotosintéticamente activa (PAR) y evapotranspiración, se correlacionan directamente con la producción de arroz (Ton/ha). Las variables de precipitación (mm), humedad relativa (% Hr) y potencial hídrico atmosférico ( $\Psi_a$ ) se relacionan entre sí, pero estas tienen una tendencia diferencial a la producción (figura 2). Lo anterior fue similar a lo encontrado por diferentes autores como Yoshida y Parao (1976), Islam y Morison (1992), y concuerda con la relación entre temperatura, radiación fotosintéticamente activa y el rendimiento productivo de arroz.



**Figura 2.** Análisis de componentes principales en el plano del biplot para variables de producción de arroz (Ton/ha) con relación a las variables climáticas. Fuente: Elaboración propia.

Según Castilla (2012) la variable climática que más influencia tiene sobre la producción de arroz es la radiación solar: valores por debajo de  $242 \mu\text{moles fotones/m}^2\text{s}^{-1}$  afectan directamente los rendimientos de producción. Estudios realizados por Vargas (2010) reportan que una baja radiación solar afecta ligeramente los rendimientos, la fase vegetativa y disminución en el número de granos; asimismo, Barrios (2016) afirma que la relación de la PAR con la tasa de  $\text{CO}_2$  se encarga de la producción de biomasa total de la planta.

Por otra parte, Van Oort *et al.* (2015), Barrios (2016) y Huang *et al.* (2017) expresan que la temperatura cumple con múltiples funciones como el desarrollo fenológico, encargado de la fertilidad de la espiga y de reacciones bioquímicas. No obstante, temperaturas por debajo de  $18^{\circ}\text{C}$  pueden tener efectos negativos de inhibición, raquismo, madurez irregular, ejerción incompleta y floración demorada; y temperaturas por encima de  $30^{\circ}\text{C}$  producen número reducido de espigas, esterilidad y por ende menos llenado de granos, problemas de panoja blanca, punta blanca, bandas cloróticas y manchas.

## Conclusiones

Las variables que mayor inciden en la producción de arroz son la temperatura y la radiación fotosintéticamente activa, seguidas por el déficit de presión de vapor y la evapotranspiración, puesto que la prolongación de la época seca y con bajas precipitaciones posiblemente influye en labores de siembra, germinación de semillas, llenado de granos y finalmente en el rendimiento por hectárea. Cabe resaltar que esto dependerá tanto del manejo agronómico como de las variedades.

## Agradecimientos

Esta investigación se realizó gracias al Centro de Formación Agroindustrial La Angostura; Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) y a la cooperación de la Federación Nacional de Arroceros - Seccional Campoalegre.

## Referencias bibliográficas

- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D.; y Smith, M. (2006). "Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos". Food & Agriculture Org.
- Arellano, G.; Martínez, D.; Urrestarazu, M.; García, S.; Sánchez, A.; y Soria, J. (2006). "Estudio del microclima en dos subtipos de invernaderos Almería".

- Rev. Agricultura Técnica en México*, 32: 225-234.
- Barrios Pérez, C. (2016). "Zonificación agroecológica para el cultivo de arroz de riego (*Oryza Sativa L.*) en Colombia" (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira), 159 p.
- Carrasco Choque, F. (2016). "Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de la quinua en el distrito de Juli, periodo 1997-2014". Universidad Nacional del Alplano, Perú. *Revista Comuni@cción*, 7(2): 38-47.
- Castilla, L. A.; Pineda, D.; Ospina, J., Echeverry, J.; Perafan, R.; Garcés, G.; y Díaz, A. (2010). "Cambio climático y producción de arroz". *Rev. Arroz*, 58: 4-11.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2014). Boletín técnico I semestre - Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado.
- \_\_\_\_\_. (2015). Boletín técnico I semestre - Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado.
- Di Rienzo J. A.; Casanoves F.; Balzarini M. G.; González L.; Tablada M.; Robledo C. W. InfoStat versión (2017). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Esperanza, M. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. Bogotá, Colombia.
- Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) (2016). Federación Nacional de Arroceros (Database).
- \_\_\_\_\_. (2017). IV Censo Nacional de arroceros 2016. (Zona Centro). Bogotá, Colombia.
- \_\_\_\_\_. (2017). La verdadera reflexión en el debate sobre la ley de tierras. Bogotá, Colombia, 65(527).
- Guarín Giraldo, G. W. (2011). "Impacto de la Variabilidad Climática en la Producción de Banano en el Urabá Antioqueño". (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín).
- Holdridge, L. R. (1987). "Ecología basada en zonas de vida". *Agroamérica*, 83.
- Huang, J.; Nie, L.; Shah, T.; Chen, C.; y Wa, D. K. (2017). *Impact of high-temperature stress on rice plant and its traits related to tolerance*.
- Islam, M. S., Morison, J. I. L. (1992). "Influence of solar radiation and temperature on irrigated rice grain yield in Bangladesh". *Field Crops Research*, 30(1-2): 13-28.
- Maldonado, D. A y Orrego, J. (2015). "Cambio climático y agricultura, la contribución de la agricultura al cambio climático y los efectos del cambio climático en la agricultura". Universidad Nacional sede Medellín, Colombia.
- McLean, J.; Hardy, B.; y Hettel, G. (2013). *Rice Almanac*. Los Baños, Philippines: IRRI.
- Prenger, J. y Ling, P. (2001). "Greenhouse Condensation Control Understanding and Using Vapor Pressure Deficit (VPD)". En: *Food, Agricultural and Biological Engineering*. Ohio State University Extension Fact Sheet, Ohio.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz*. Comayagua, Honduras. Consultado 03 de julio 2017. Recuperado de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>.
- Van Oort, P. A. J.; De Vries, M. E.; Yoshida, H.; y Saito, K. (2015). "Improved climate risk simulations for rice in arid environments". *PLoS ONE*, 10(3): 1-27.
- Vargas, J. P. (2010). "El arroz y su medio ambiente". *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina*, 83-97. Cali, Colombia.
- Yoshida, S. y Parao, F. (1976). "Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics". *Climate and Rice*.