

EFFECTO DE LA LLUVIA EN LA PRODUCCION DE ARROZ DE SECANO (*Oryza sativa*) EN PARRITA, COSTA RICA

Johnny Montenegro Ballesteros.¹

RESUMEN

Efecto de la lluvia en la producción de arroz de secano (*Oryza sativa*) en Parrita, Costa Rica. Con el propósito de determinar el efecto del clima durante el ciclo vegetativo del arroz de secano en su rendimiento productivo y determinar la relación entre la producción de arroz de secano con el fenómeno ENOS, se analizó información productiva y de lluvia desde 1980 y hasta el 2020 para la región de Parrita. Se realizó análisis de correlación entre la precipitación y productividad, también se clasificó la información climática en tres condiciones: lluviosa, normal y, seca; y según evento ENOS, las cuales se relacionaron con la productividad. No se determinó correlación entre la precipitación y productividad, y en el caso de la condición climática, existe tendencia a incrementarse la productividad cuando la condición climática es lluviosa. El evento ENOS parece influenciar los rendimientos ya que la productividad tiende a ser mayor durante la Niña. Es recomendable realizar este tipo de estudios para efectuar una mejor planificación de la siembra y manejo del cultivo en función del pronóstico climático de corto y mediano plazo.

Palabras clave: Vulnerabilidad climática, cultivos anuales, seguridad alimentaria, ENOS, clima

ABSTRACT

Effect of rainfall on rainfed rice (*Oryza sativa*) production in Parrita, Costa Rica. Correlation analysis was carried out between precipitation and productivity, the climatic information was also classified into three conditions: rainy, normal and dry; and according to the ENSO event, which were related to productivity. No correlation was determined between precipitation and productivity, and in the case of climatic condition, there is a tendency to increase productivity this is rainy. The ENSO event seems to influence yields since productivity tends to be higher during La Niña. It is advisable to carry out this type of studies to better planning of planting and crop management based on the short and medium term climate forecast.

Keywords: Climate vulnerability, annual crops, food security, ENSO, climate

¹ Convenio: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Agropecuaria (INTA) – Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Costa Rica. E-mail: jmontenegro@inta.go.cr, jmontenegro@imn.ac.cr ORCID 0000-0001-8526-570X

INTRODUCCIÓN

El sector arrocero costarricense tiene un rol muy importante en la producción de alimento para el país, y contribuye significativamente no solo en este aspecto, sino también con la seguridad socio-económica de un sector de la población al proporcionar esta actividad empleos directos e indirectos. De acuerdo con la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ 2021) el sector productivo primario de este cultivo lo constituyeron aproximadamente 500 productores, de ellos más del 75 % tienen áreas menores a 50 ha y en conjunto producen menos del 20 % de la cosecha nacional.

En términos económicos, el valor de la producción bruta de la actividad arrocera del 2019 fue de 52.946,5 millones de colones (SEPSA 2020). En el 2020 la proporción del consumo nacional producido en el país fue de 41 % (CONARROZ 2021).

En este cultivo las diferentes variables climáticas (entre ellas precipitación pluvial, temperatura, luminosidad) ejercen gran influencia en su desarrollo, ya que afectan directamente los procesos fisiológicos de formación y llenado de grano y, en consecuencia, el nivel productivo (Jiménez 2021). Es por lo anterior que el rendimiento productivo depende, además del manejo técnico, de adecuadas condiciones climáticas.

Sin embargo, el comportamiento del clima ha comenzado a variar como resultado de la acumulación de gases con efecto invernadero en la atmósfera, que son los responsables del aumento de la temperatura ambiente y el cambio climático resultante. Ello influencia directamente la producción de los cultivos.

En este sentido, también se debe considerar el efecto que tiene la fase cálida de El Niño Oscilación del Sur (ENOS, el Niño) en el régimen de precipitación, y consecuentemente en la disponibilidad de agua en el suelo. Además, la frecuencia e intensidad de este fenómeno se ha visto alterado en los últimos años, ya que comparado con su comportamiento histórico, se ha determinado que el mismo se ha vuelto más recurrente (Instituto Meteorológico Nacional (IMN) 2015).

De acuerdo con Garcés y Medina (2018) el arroz de secano requiere alrededor de 1.000 mm de lluvia durante su desarrollo para lograr un adecuado rendimiento productivo, algo que debido a los cambios observados en el clima en los últimos años no siempre se presenta. La importancia del nivel de lluvia durante el ciclo de crecimiento del cultivo ha sido demostrada en diferentes investigaciones (Boonwichai et al. 2018, Pardo et al. 2020).

Estos cambios, la falta o exceso de lluvias, es atribuido al cambio climático, y según la opinión de los productores esta variación afecta directamente los rendimientos agrícolas de manera significativa. Trabajos realizados en otras latitudes demuestran esta tendencia (Goya 2021, López 2019, Pardo et al. 2020), y en la distribución espacial de las zonas aptas para cultivar (Contreras y Ñustez 2019).

En Costa Rica son escasos los trabajos de investigación enfocados en el efecto de las variables climáticas en los rendimientos históricos de los cultivos con excepción de los reportados para café, banano y frijol (Montenegro 2015, 2017, 2018), lo que limita el conocimiento de su vulnerabilidad al clima y, consecuentemente, disponer de una base técnica para desarrollar opciones de adaptación (Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), 2014).

En este sentido, estudios de vulnerabilidad de las actividades agropecuarias relacionadas a factores climáticos representan una oportunidad para planificar acciones a desarrollar en el corto y mediano plazo, que permitan la adaptación de los sistemas productivos a las nuevas condiciones climáticas. Esto también permitirá que los productores puedan continuar con sus actividades de manera que se mantenga la estabilidad social y económica de un sector muy importante de la población costarricense que contribuye con la economía y desarrollo del país.

Por lo anterior, esta investigación se realizó con los objetivos de: determinar el efecto de la lluvia durante el ciclo vegetativo del arroz de secano en su rendimiento productivo y, determinar la relación entre la producción de arroz de secano con el fenómeno ENOS en la región de Parrita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se realizó para el sistema de producción de arroz de secano para la región de Parrita, donde en los últimos años se ha sembrado el 54 % del total del área de este grano en el Pacífico Central, y representa alrededor del 7 % del área nacional (CONARROZ 2020).

En esta región el arroz se produce básicamente en lo que se conoce como primera siembra, la cual normalmente se realiza en mayo, y con una duración de 120 días de siembra a cosecha, la cual se efectúa en agosto. La siembra de arroz en la segunda época es mínima, según las estadísticas de la Corporación Arrocera Nacional reportadas en los informes anuales del 2010 al 2021

La región de Parrita, que se clasifica como Bosque Húmedo Tropical (Holdridge 2005) presenta temperatura y precipitación promedio anual de 27 °C y 3.487 mm, respectivamente (Retana et al. 2009), y predominan los suelos Entisoles y Andisoles (Mata 2017).

Desarrollo de la investigación

La presente investigación estuvo compuesta de dos fases. Durante la primera se procedió a la búsqueda de información estadística de área sembrada y producción de arroz de la región mencionada. Se logró tener acceso a información de ambas variables (producción y área sembrada) desde 1980 y hasta el 2020, la cual se obtuvo del Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense (Infoagro 2022), así como de informes estadísticos de la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). Con esta información se calculó la productividad.

Debido a que no se dispone de estadísticas de siembra por época (primera o segunda) para la región de Parrita, y conociendo que más del 90 % de la siembra de arroz en el Pacífico Central se realiza en la primera (CONARROZ informes estadísticos anuales del 2010 al 2021), se asumió que los datos estadísticos accesados son de la primera siembra.

De igual forma, se procedió a ubicar datos meteorológicos provenientes de estaciones meteorológicas de la región y para los mismos años (1980-2020) en los cuales se pudo acceder a la información antes reseñada.

Se logró obtener datos únicamente para la variable lluvia para el período señalado, ya que en el caso de la temperatura los registros están disponibles solamente a partir del 2009 de una estación ubicada en La Ligia de Parrita (9°30'46" N y 84°20'01" O, 6 m s. n. m.) la cual presentó datos incompletos de lluvia (faltaban meses aleatoriamente distribuidos).

Por lo anterior, se siguió el procedimiento normalmente utilizado por el Instituto Meteorológico Nacional, el cual consiste en rellenar la información faltante con la disponible en la estación meteorológica más cercana, lo cual se realizó con datos de la ubicada en el distrito de Damas (9°29'43" N y 84°12'53" O, 12 m s. n. m.), cantón de Quepos.

Una vez con la información anterior completa, en la segunda etapa se procedió a realizar los análisis que se detallan a continuación.

Análisis realizados

Lluvia vs rendimiento

Para determinar el efecto de la lluvia en los rendimientos productivos, se realizó un análisis de correlación entre la productividad y la variable climática lluvia para el periodo 1980-2020.

Condición climática

Para determinar el efecto de la condición climática en la producción, en primera instancia se definió este concepto, el cual se delimitó en función de la cantidad de lluvia total caída durante el ciclo de producción, desde la siembra hasta la cosecha, y para un ciclo de cultivo de 120 días.

De esta forma se establecieron tres condiciones climáticas: seca, lluviosa y, normal, los cuales totalizaron la lluvia recibida por el cultivo desde la siembra y hasta la cosecha.

Las condiciones seca y lluviosa correspondieron al percentil 20 superior e inferior de los datos ordenados por el volumen de lluvia acaecida durante el período de cultivo, y representaron las condiciones extremas en el período evaluado. Para la condición **normal** se asumió que la precipitación pluvial está comprendida en el percentil 60 intermedio entre las condiciones antes descritas.

El análisis estadístico de la productividad según condición climática (tratamientos) se realizó mediante un ANDEVA utilizando un diseño irrestricto al azar, y las medias comparadas con Tukey al nivel de $P < 0,05$ utilizando InfoStat (DiRienzo et al. 2018).

Productividad y el fenómeno del ENOS

Para este análisis se agrupó la productividad en tres categorías climáticas de acuerdo con el fenómeno ENOS: **Niña**, **Niño** y **Neutro**, según se presenta este fenómeno durante el ciclo completo del cultivo, es decir, que prevaleciera desde la siembra y hasta la cosecha.

Para realizar esta clasificación (agrupar el ciclo de cultivo por fenómeno del ENOS) se utilizó información generada por el instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2022), la cual muestra el historial de estos eventos.

El total de la lluvia durante el ciclo de cultivo de arroz, y la respectiva productividad, se clasificó según la condición imperante del evento ENOS. A estos datos, se les realizó un Andeva utilizando un diseño irrestricto al azar con tres tratamientos (los eventos ENOS), y las diferencias de medias se compararon con Tukey ($P < 0,05$) para determinar diferencias en productividad entre eventos ENOS utilizando InfoStat (DiRienzo et al. 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lluvia vs rendimiento

No se determinó correlación ($P > 0,05$) entre la cantidad de lluvia caída durante el ciclo vegetativo del cultivo de arroz y la productividad para la zona de Parrita desde 1980 y hasta el 2020. En la figura 1 se puede observar de manera general, que no hay relación clara entre ambas variables. Se incluye correlación polinómica de tercer grado para demostrar lo anterior, la cual presenta un r^2 sumamente bajo.

La falta de correlación entre la lluvia y la productividad, cuando ambas variables son analizadas de manera agrupada para el set de datos disponibles, también ha sido reportada en otros trabajos de investigación realizados en Costa Rica (Montenegro 2017, Montenegro 2018). Esa situación puede llevar a conclusiones en las que se indique que no existe efecto alguno de la cantidad de lluvia sobre los rendimientos productivos, sin embargo, esta condición (falta de correlación) requiere de análisis más específicos de los datos, tal como se demuestra seguidamente.

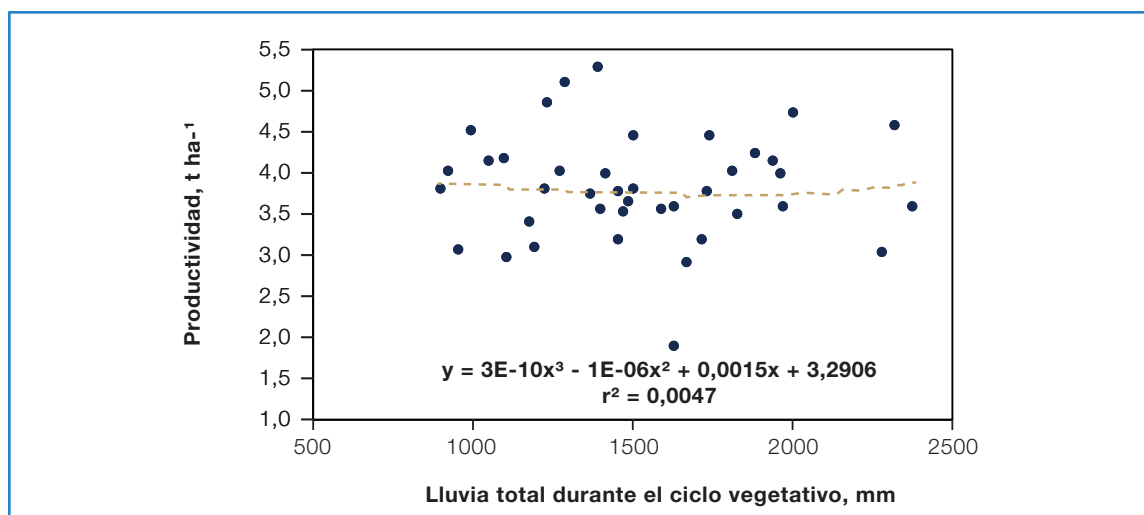


Figura 1. Relación entre productividad del cultivo de arroz de secano y lluvia en la región de Parrita. INTA. 2024.

Condición climática

La clasificación de la información de lluvia de acuerdo con la condición climática se puede observar en el cuadro 1. Los valores promedio de la lluvia caída durante el ciclo vegetativo del arroz se duplican cuando se pasa de una condición seca a lluviosa (Cuadro 1), mostrándose valores extremos muy contrastantes.

Cuadro 1. Cantidad de lluvia promedio en mm, caída durante el ciclo de cultivo del arroz de secano y rango de lluvia, según condición climática en la región de Parrita, Puntarenas

Condición climática	Lluvia promedio, mm ciclo ⁻¹ de cultivo	Rango, mm
Seca	1009	907 - 1109
Normal	1516	1184 - 1893
Lluviosa	2129	1946 - 2387

Con relación al rango de la lluvia que se presenta durante el ciclo de cultivo, este es relativamente variable bajo la condición normal, el cual mostró ser de aproximadamente 700 mm. En el caso de la condición seca o lluviosa, el rango fue más reducido (Cuadro 1).

El efecto de la condición climática en la productividad muestra que, si bien no se determinó significancia estadística ($P > 0,05$), se puede observar que existe tendencia a lograrse mayores rendimientos durante la condición lluviosa con respecto a la seca (Fig. 2). La tendencia es lineal y positiva.

Estos resultados son congruentes con los reportados por Pardo et al. 2020 en Colombia y los de Boonwichai et al. 2018 en Tailandia, quienes

indicaron que la falta de lluvia es un factor que reduce los rendimientos del arroz de secano, algo que la tendencia observada en la figura 2 muestra claramente.

Un aspecto que podría influir en esta respuesta productiva es el hecho de que en promedio durante el ciclo de crecimiento del arroz se recibió al menos la cantidad indicada por Garcés y Medina (2018) para lograr un adecuado rendimiento productivo. De acuerdo con lo anterior, y tal como se muestra en el cuadro 1, aún en la época seca el cultivo recibió 1.000 mm de lluvia, el cual es lo mínimo requerido para obtener un rendimiento adecuado.

Valores promedio ± 1 error estándar

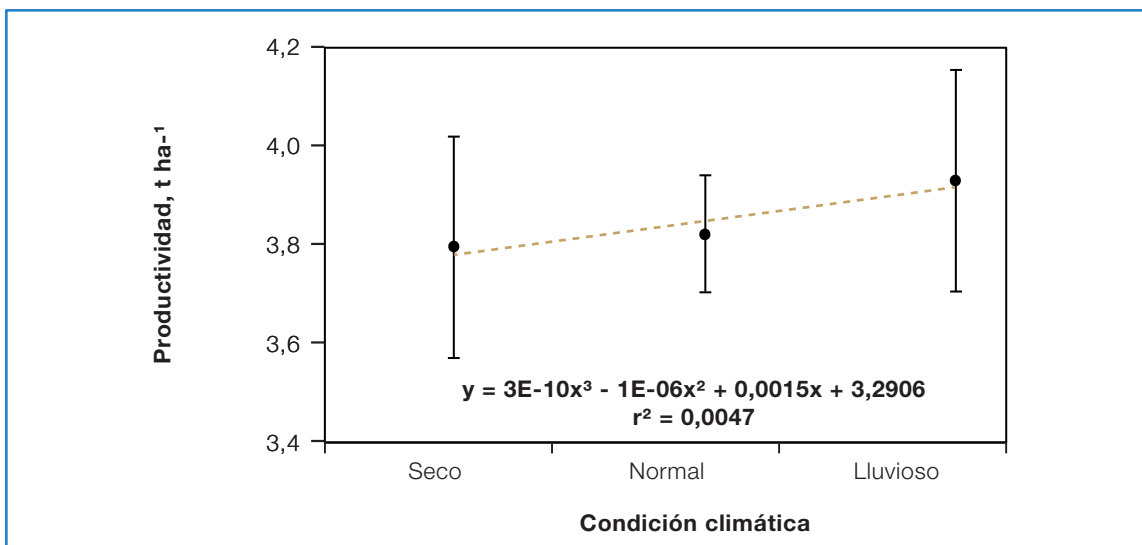


Figura 2. Productividad, t ha⁻¹, del cultivo de arroz de secano según condición climática en la región de Parrita. INTA. 2024.

Se debe hacer notar que los datos son bastante variables, lo cual lo muestran las barras que representan el error estándar, y que probablemente son el resultado de incluir de manera agrupada datos de todos los productores de arroz de la región de Parrita, los cuales p.e. con sus diferencias en el manejo y variedades contribuyen con la variabilidad observada.

Productividad y el fenómeno del ENOS

Se determinó diferencia marcada en la cantidad de lluvia que recibe el cultivo del arroz dependiendo del evento ENOS que impera durante el ciclo de cultivo (Cuadro 2), lo cual se manifiesta en el promedio de lluvia que recibió el cultivo en cada uno de los eventos.

Cuadro 2. Cantidad de lluvia promedio caída durante el ciclo de cultivo de arroz de secano y rango de lluvia en mm, según evento ENOS en la región de Parrita, Puntarenas

Evento ENOS	Lluvia promedio, mm ciclo ⁻¹ de cultivo	Rango, mm
Niño	1271	907 - 1832
Neutro	1585	931 - 2328
Niña	1755	1293 - 2387

Es interesante observar que los valores mínimos del rango de la condición de Niño y Neutro fueron similares (Cuadro 2), lo cual indica que en eventos Neutro es posible que se presentaron condiciones de muy poca lluvia como los observados durante el Niño. De igual manera, el rango superior de este evento muestra que es posible que la cantidad total de lluvia que se presenta en algunos eventos Neutros puede ser tan altos como los observados durante eventos Niña.

En el caso del evento de la Niña, todos los valores (promedio, mínimo y máximo) son superiores con respecto a los determinados con el Niño (Cuadro 2).

Con respecto al efecto de los eventos ENOS en la productividad, se determinó clara tendencia lineal positiva ($r^2=0,99$), donde se observa mayor productividad durante el evento de la Niña con respecto al Niño, mostrando la condición Neutra un nivel intermedio (Figura 3), sin diferir ($P>0,05$) con respecto al Niño o a la Niña.

Valores promedio ± 1 error estándar

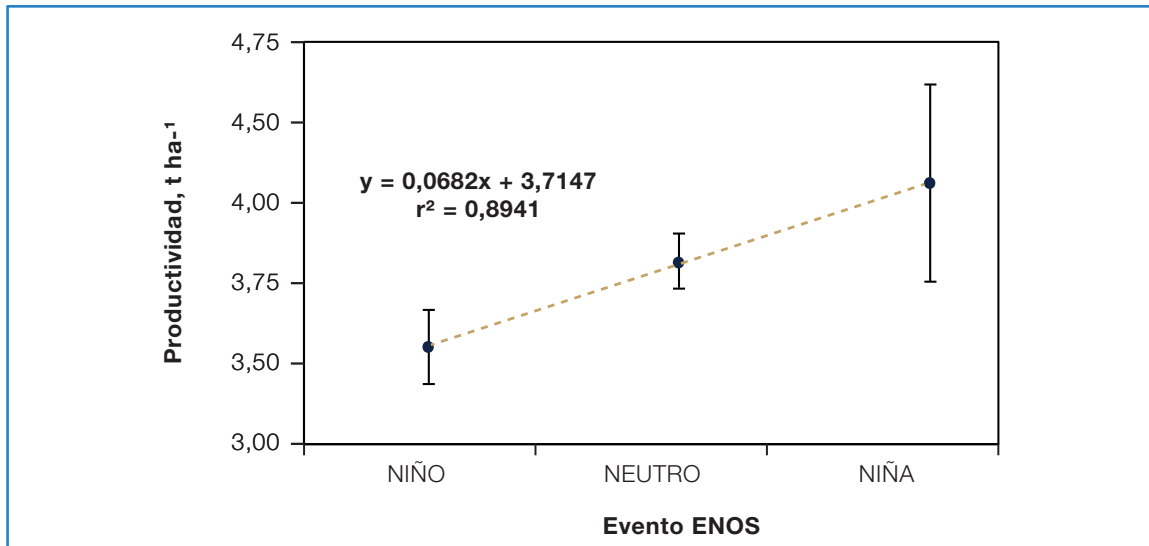


Figura 3. Productividad del cultivo de arroz de secano, t ha⁻¹, según evento del ENOS en la región de Parrita.

El anterior resultado es coincidente con lo señalado en diversas investigaciones (Boonwichai et al. 2018, Pardo et al. 2020) las cuales indican la importancia de las lluvias durante el ciclo de crecimiento del arroz para obtener mejores producciones de este grano.

De acuerdo con Barrios (2023) en la región central de Colombia, “El Niño” genera disminuciones notables en el rendimiento de arroz, lo cual es coincidente con la tendencia observada en la anterior figura. Similares resultados reportaron Villalobos (2001) cuando evaluó el impacto de El Niño en la producción de arroz en dos regiones agrícolas de Costa Rica. Reducción en el rendimiento de diversos cultivos en el área centroamericana causados por la reducción de las lluvias durante el evento de El Niño fueron reportados por Calvo et al. 2018, lo cual pone de manifiesto la importancia de las lluvias no solamente para el cultivo del arroz.

Nuevamente la variabilidad observada, especialmente en el evento de la Niña, explica parcialmente el motivo de la no determinación de diferencias significativa en la productividad con respecto al evento Neutro. En todo caso, es claro que los rendimientos productivos tienden a incrementarse durante los eventos Niña (Fig. 3)

Los análisis realizados muestran que cuando se manejan los datos generales de productividad y lluvia, no se logra determinar tendencia alguna, por lo que se requieren efectuar análisis más específicos como los elaborados (condición climática, fenómeno del ENOS) para poder obtener tendencias claras, ya que de lo contrario se podría llegar a conclusiones erróneas como que la lluvia no tiene efecto en la productividad del arroz de secano para la región donde se realizó este análisis.

De acuerdo con los datos accedidos y los análisis realizados, la condición climática (seca, normal o lluviosa) presenta una tendencia lineal positiva donde la productividad tiende a ser mayor cuando la condición es lluviosa, aunque la misma es de baja magnitud y no tiene efecto significativo en la productividad del cultivo del arroz.

En lo relacionado con los eventos ENOS, la señal es clara, ya que la productividad es mayor cuando el ciclo de cultivo ocurre durante la Niña, y los menores durante el Niño, lo cual demuestra claramente el efecto de la lluvia en los rendimientos que se obtienen en el cultivo de arroz de secano en la región de Parrita.

Es recomendable que se haga un esfuerzo tendiente a tener información estadística donde se consigne además de áreas, fechas de siembra, variedad y reporte de problemas fitosanitarios, el sistema de producción utilizado, y la producción alcanzada. De ser posible esta información debería estar a nivel de finca ya que eso permitiría mayor grado de detalle y en consecuencia, los análisis podrían indicar más claramente tendencias y relaciones. De esta manera sería posible dilucidar con certeza el efecto del clima en la producción.

Los resultados de este tipo de estudio pueden y deben ser utilizados para planificar la siembra y manejo del cultivo de acuerdo con el pronóstico climático de corto y mediano plazo para la región donde el mismo se realice. Ello permitiría planificar la siembra basados en la condición climática a imperar, de manera que la misma se pueda realizar cuando el pronóstico indique que van a prevalecer las condiciones climáticas que contribuyen positivamente a lograr mejores rendimientos productivos.

LITERATURA CITADA

- Barrios Perez, C. (2023) El fenómeno de “El Niño” y los efectos en el mercado mundial del arroz. IPCC 2023 Report, Bogotá. 19 sl.
- Boonwichai, S., Shrestha, S., Babel, M., Weesakul, S., y Datta, A. (2018). Climate change impacts on irrigation water requirement, crop water productivity and rice yield in the Songkhram River Basin, Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 198(10),1157-1164.
- Calvo-Solano, O., Quesada-Hernández, L., Hidalgo, H., y Gottlieb, Y. (2018). Impactos de las sequías en el sector agropecuario del Corredor Seco Centroamericano. *Agron. Mesoam.* 29(3), 695-709. doi:10.15517/ma.v29i3.30828
- Corporación Arroceras Nacional (CONARROZ). (2021). Informe anual estadístico 2020/2021. San José, Costa Rica, 45 p.
- (2020). Informe anual estadístico 2019/2020. San José, Costa Rica, 45 p.
- (2019). Informe anual estadístico 2018/2019. San José, Costa Rica, 65 p.
- (2018). Informe anual estadístico 2017/2018. San José, Costa Rica, 63 p.
- (2017). Informe anual estadístico 2016/2017. San José, Costa Rica, 60 p.
- (2016). Informe anual estadístico 2015/2016. San José, Costa Rica, 60 p.
- (2015). Informe anual estadístico 2014/2015. San José, Costa Rica, 61 p.
- (2014). Informe anual estadístico 2013/2014. San José, Costa Rica, 59 p.
- (2013). Informe anual estadístico 2012/2013. San José, Costa Rica, 62 p.
- (2012). Informe anual estadístico 2011/2012. San José, Costa Rica, 65 p.
- (2011). Informe anual estadístico 2010/2011. San José, Costa Rica, 61 p.
- Contreras, J., y Ñustez, K. (2019). Áreas de cambio de aptitud edafoclimática de cultivos con mayor amenaza frente al cambio climático en el Departamento del Tolima. Tesis de pregrado. Universidad de Manizales, Colombia. 60 p.
- DiRienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. (2018). InfoStat versión 2018, Grupo InfoStat, FCA. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Garcés, G., y Medina, J. (2018). Fisiología del cultivo del arroz. Cartilla. Fedearroz-Fondo Nacional de Arroz, p. 6-19.
- Goya, H. (2021). Incidencia del cambio climático en la producción de arroz en la zona costera del Ecuador, periodo 2009 – 2019. Tesis de Maestría. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. 110 p.
- Holdridge, L. (2005). Mapa de zonas de vida: <http://www.cct.or.cr/mapas/zonas-de-vida-costa-rica.pdf>.

- Infoagro (2022). Estadísticas agropecuarias: <http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/Paginas/default.aspx>
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2022). El fenómeno ENOS. Accesado Febrero 17, 2022, <http://www.imn.ac.cr/educacion/enos.html>
- Jiménez, B. (2021). Importancia de los factores climáticos en el cultivo del arroz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1),28-34.
- López, L. (2019). Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la Provincia Moyobamba región San Martín. Tesis Ing. Ambiental, Universidad Nacional San Martín-Tarapoto, Perú. 82 p.
- Mata, R. 2017. Mapa digital de suelos de Costa Rica. Accesado 17 agosto del 2022. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/08/04/cia-actualiza-mapa-digital-de-suelos-de-costa-rica.html>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2014). Tercera Comunicación Nacional. Seguridad alimentaria y el cambio climático en Costa Rica: granos básicos. San José, Costa Rica, MINAE, IMN, GEF, PNUD, 96 p.
- Montenegro, J. (2018). La variabilidad climática y su influencia en la producción de café: Estudio de caso. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 13, 5-13.
- (2017). Influencia de factores climáticos en la producción de banano: Estudio de caso. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 16, 5-14.
- (2015). Influencia de factores climáticos en la producción de frijol en Costa Rica: Estudio regional UPALA. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 14, 76-85.
- Pardo, O., Torres, H., Torres-Rodríguez, G., y Trujillo-González, J. (2020). Impactos del cambio climático sobre los rendimientos del arroz (*Oriza sativa* L.) en la zona Llanos, Colombia. *AGLALA*, 11(2), 94-106.
- Retana, J., Alvarado, L., Solano, J., Solera, M., Araya, C., Sanabria, N., Pacheco, R., Castro, V., y Calderón, F. (2009). Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. IMN-CRRH-MINAET-PNUD. San José, Costa Rica. 75 p.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2020). Boletín estadístico agropecuario. Serie cronológica 2016-2019. Edición No. 30. 141 p.
- Villalobos Flores, R. (2001). Impacto del fenómeno “El Niño” sobre la producción de arroz y frijol en dos regiones agrícolas de Costa Rica. *Top. Meteor. Oceanog.*, 8(1), 19-25.