



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](#).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos
20 años en la Provincia Moyobamba región San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Luz Elena López Castillo

ASESOR:

Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

Código N° 6056818

Moyobamba – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos
20 años en la provincia de Moyobamba región San Martín

AUTOR:

Luz Elena López Castillo

Sustentada y aprobada el día 25 de setiembre del 2019, por los siguientes jurados:

.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Presidente

.....
Blgo. M. Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez

Secretario

.....
Ing. M. Sc. Alfonso Rojas Bardalez

Miembro

.....
Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Luz Elena López Castillo, con DNI N° 76162037, egresada de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la Provincia Moyobamba región San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 25 de setiembre del 2019.



Bach. Luz Elena López Castillo

DNI N° 76162037



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	López Castillo Joz Elena		
Código de alumno :	76162037	Teléfono:	948185992
Correo electrónico :	Lucita19-09@hotmail.com	DNI:	76162037

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia de Moyobamba región San Martín
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

08, 11, 2019




Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Luz María & Jorge Augusto.

Agradecimiento

A Dios, porque de Él y por Él y para Él, son todas las cosas. A Él sea la gloria por los siglos.

A Carmen Miranda.

A William Andersson.

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1	Antecedentes de la investigación	3
1.1.1	Internacionales.....	3
1.1.2	Nacionales	4
1.1.3	Locales	4
1.2	Bases teóricas	6
1.3	Definición de términos básicos	21

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1	Materiales	23
2.2	Métodos	23
2.2.1	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	23

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	Resultados	26
3.2.	Discusiones.....	42
CONCLUSIONES.....		45
RECOMENDACIONES.....		47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		48

ANEXOS	52
Anexo A: Panel fotográfico	53
Anexo B: Encuesta.....	55
Anexo C: Ficha técnica.....	57
Anexo D: Recopilación de datos	65
Anexo E: Ficha técnica	67

Índice de tablas

Tabla 1: Variación porcentual anual de los factores climáticos: precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el periodo 1 999 – 2 018.	26
Tabla 2: Variación porcentual anual del arroz: siembra (ha), cosecha (ha) y producción (t) en el periodo 1 999 – 2 018	31
Tabla 3: Contrastes correlacionales de producción de arroz y cambio climático período 1 999-2 018 (20 años)	41

Índice de figuras

Figura 1: Raíces seminales	10
Figura 2: Raíces adventicias.....	10
Figura 3: Tallo, nudos y entrenudos.....	11
Figura 4: Hoja bandera.....	11
Figura 5: Estructura de una espiguilla.....	12
Figura 6: Estructura de un grano de arroz.....	13
Figura 7: Variación porcentual del promedio anual de la precipitación pluvial (mm)	27
Figura 8: Variación porcentual anual de la temperatura promedio en °C.....	28
Figura 9: Variación porcentual del promedio anual de la humedad relativa (%).	29
Figura 10: Estacionalidad mensual de los factores climáticos: precipitación pluvial (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el período 1 999-2 018....	30
Figura 11: Variación porcentual anual de la siembra de arroz (ha).	32
Figura 12: Variación porcentual anual de la cosecha de arroz (ha).	33
Figura 13: Variación porcentual anual de la producción de arroz (t).....	34
Figura 14: Estacionalidad mensual del Arroz: siembra (ha), cosecha (ha) y producción (t) en el período 1 999-2 018.	35
Figura 15: Evolución de la pérdida de bosques en la provincia Moyobamba.....	37
Figura 16: Pérdida de bosques entre 2 001 y 2 016 en la provincia Moyobamba.	38
Figura 17: Frontera agrícola y cultivos de arroz según uso actual de estudios oficiales. ..	39

Resumen

La investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba región San Martín. El estudio se realizó utilizando los siguientes métodos para el procesamiento de datos: Distribución de frecuencias y gráficos para resumen descriptivo de variables producción y cambio climático; Coeficiente de Correlación de Pearson para medir relación entre variables, dicho procesamiento se realizó en el programa estadístico SPSS IBM Versión 23. Además, con la finalidad de determinar el incremento de la frontera agrícola del cultivo de arroz y la presión que sufre el bosque por la demanda de espacios para dicho cultivo, se hizo procesamiento de las imágenes LandSat, se analizó las imágenes de Satélite, para cada año del periodo de estudio. La sistematización de datos nos muestra que la temperatura tiene relación positiva altamente significativa con los tres indicadores de producción de arroz (siembra (ha), cosecha (ha), producción (tn)); la humedad relativa presenta una relación negativa significativa con sólo dos indicadores de producción de arroz, es decir, con siembra y cosecha, implicando también influencia sobre ellos; la precipitación no tiene ninguna relación con los indicadores de producción de arroz, determinando influencia nula sobre ellos; la variación porcentual anual de la actividad de hectáreas cosechadas es muy heterogénea, presentando una alta variabilidad; entre el período 2 001 y 2 017 fueron perdidos 58 365,71 ha de bosques (14.91% del área total de la provincia), siendo el 2 010 el año con mayor pérdida con 7 931,7 ha de bosques.

Palabras clave: Cambio climático, producción de arroz, frontera agrícola.

Abstract

The research was conducted in order to assess the effect of climate change on rice production in the last 20 years in the Moyobamba province of San Martín region. The study was carried out using the following methods for data processing: Frequency distribution and graphs for descriptive summary of variables production and climate change. The study was carried out using the following methods for data processing: Frequency distribution and graphs for descriptive summary of variables production and climate change; Pearson's Correlation Coefficient to measure relationship between variables, said processing was performed in the statistical program SPSS IBM Version 23. In addition, in order to determine the increase in the agricultural frontier of rice cultivation and the pressure that the forest suffers from the demand for spaces for said cultivation, LandSat image processing was done, Satellite images were analyzed, for each year of the study period. The systematization of data shows that the temperature has a highly significant positive relationship with the three indicators of rice production (sowing (ha), harvest (ha), production (tn)); relative humidity has a significant negative relationship with only two indicators of rice production, that is, with planting and harvesting, also implying influence on them; precipitation has no relation to rice production indicators, determining zero influence on them; the annual percentage variation of the activity of harvested hectares is very heterogeneous, presenting a high variability; Between 2,001 and 2,017, 58 365.71 ha of forests were lost (14.91% of the total area of the province), with 2,010 being the year with the greatest loss with 7,931.7 ha of forests.

Keywords: Climate change, rice production, agricultural frontier.



Introducción

La apertura de la carretera marginal de la selva dio origen a la migración que avanzó en poco tiempo la población local y la intensificación de producción como efecto aumentó la presión sobre el suelo, la orientación hacia el cultivo de arroz y otros cultivos lo cual modificó la dinámica social y económica de la provincia Moyobamba. Así mismo las condiciones climáticas fueron variando siendo percibidas en el transcurrir de los años por la población y agricultores teniendo variaciones en sus campañas de cultivos dentro de ellos el arroz (*Oryza sativa*).

El cambio climático, consecuencia fundamental de las emisiones de gases del efecto invernadero (GIE) de las actividades antropogénicas, se manifiesta en un aumento de la temperatura global, modificaciones en los patrones de precipitación, alza del nivel del mar, reducción de la criósfera y modificaciones de los patrones de los eventos climáticos extremos (IPCC, 2013)

El Perú es el tercer país más vulnerable al cambio climático, la alta dependencia del clima en las actividades agrícolas, sumada a la reducida capacidad institucional para ejecutar medidas de adaptación, hacen de esta actividad muy riesgosa (Brooks & Adger, 2003).

Una de las actividades económicas sobre la que más se resentirán los efectos del calentamiento global es la agricultura, destacan entre los efectos principales: la modificación en los cultivos debido a un incremento atmosférico en la concentración de CO₂; mayor probabilidad de un incremento en la población de plagas, y ajustes en las demandas y ofertas de agua para irrigación. Como resultado se espera que la productividad de algunos cultivos importantes disminuya (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2010).

San Martín es considerada una de las más importantes regiones productoras de arroz en el Perú (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2017). La agricultura al depender de factores climáticos, este sector, está siendo afectada por el cambio climático; a consecuencia del calentamiento de la tierra, cuyos efectos están manifestando fenómenos climáticos extremos cada vez más frecuentes, cambios en los ciclos de los cultivos;

generando escenarios de incertidumbres en los agricultores, que amenazan la oferta agrícola y la sostenibilidad de la economía (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 2010).

En la región San Martín el arroz es uno de los principales cultivos alimenticios, que ha evolucionado desde su cultivo en forma tradicional bajo condiciones de secano, hasta la década de los 70 que adopta el cultivo bajo riego, con una producción que ha ido en aumento en los últimos 20 años, cultivo al que se dedican más de catorce mil quinientos agricultores que cultivan entre 64 000 a 84 000 has/año, generando 5 796,000 jornales, de los que dependen unas 700,000 familias (Dirección Regional de Agricultura de San Martín, 2016), de las cuales en la provincia Moyobamba se siembran en la actualidad más de 24 000 has.

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar los efectos del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba región San Martín; como objetivos específicos evaluar la variación de los principales parámetros climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa) en la provincia Moyobamba en los últimos 20 años, determinar la variación de la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba, elaborar una base de datos del comportamiento de la producción de arroz en relación a la variación de los parámetros climáticos en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba; la hipótesis planteada es el cambio climático afecta de manera significativa la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba Región San Martín. y las variables de estudio son producción de arroz y cambio climático. El capítulo I contiene revisión bibliográfica, el capítulo II contiene material y métodos, el capítulo III se detallan los resultados y discusión.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1 Internacionales

Rodríguez (2015), en su tesis: “Incidencia de las Variables Climáticas en los Rendimientos de los Cultivos Transitorios en la provincia del Alto Magdalena” concluye que:

Las precipitaciones tienen una relación positiva para la producción en el cultivo de arroz de riego, esto es coherente, dado que este cultivo tiene una gran dependencia para su crecimiento de un alto afluente de agua, por cada 1% que aumente las precipitaciones la producción del cultivo de arroz de riego aumenta en un 11% las variables independientes explican a la producción del cultivo de arroz de riego en 99,36%, revisado la probabilidad de F demuestra la significancia del modelo y los efectos fijos son estadísticamente significativo.

Seo & Mendelsohn (2007), en su investigación: “An Analysis of Crop Choice: Adapting to Climate Change in Latin American Farms” señalan que:

Los modelos de elección multinomial de la elección de cultivos por parte del agricultor. Estimando el modelo en más de 2 000 agricultores en siete países, encontrando que tanto la temperatura como la precipitación afecta los cultivos que los agricultores de América Latina eligen. Las predicciones del impacto del cambio climático deben reflejar no solo cambios en rendimientos o ingresos netos por cultivo, pero también cambio de cultivos.

González, Castro, Morejón & Cárdenas (2004) en su artículo: “Relación del vaneó del grano en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con las variables climáticas temperatura y humedad relativa” señalan que:

Se relaciona el vaneó con la humedad relativa; en ella es necesario señalar que los años en los que se realizó el estudio resultaron ser muy lluviosos, factor que ayudó a mantener altos los valores de humedad en el ambiente. Se puede apreciar la relación entre el factor climático y el síndrome, cuando la humedad relativa alcanzó valores por encima de 80 %, que fue cuando se produjeron los mayores

picos porcentuales de vaneos, coincidiendo con las altas temperaturas y cuando la humedad disminuyó en los primeros meses del año coincidió con los menores valores del vaneo.

1.1.2 Nacionales

Ministerio de Agricultura y Riego (2015), en su informe “Lineamientos de Políticas Agrarias” menciona que:

Se han incrementado en mayor medida las hectáreas dedicadas a cultivos permanentes (158%), en tanto que las destinadas a cultivos transitorios se han reducido en un 6%. Además, se ha registrado una fuerte expansión de pastos manejados (148%) y de la superficie considerada como montes y bosques (21%). En conjunto, ha habido una expansión de la frontera agrícola de más de 1,5 millones de hectáreas, con la mayor parte caracterizada por el riego, los cultivos permanentes y los pastos manejados.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2014), en su informe “El fenómeno El Niño en el Perú” señala que:

Perú muestra una gran vulnerabilidad ante las variaciones climáticas drásticas, como los episodios extremos de lluvia y las altas temperaturas asociadas a El Niño.

MINAGRI (2012), en su informe “Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el sector Agrario período 2012-2021” concluye que:

En los resultados del Análisis de Riesgo en la Actividad Agrícola del PLANGRACC-A refiere que la inundación, a nivel nacional de los 1 729 distritos analizados, 685 distritos tienen riesgo a inundaciones (con diferentes niveles de riesgo) representando un 39,62 % y que afectan de manera directa a la actividad agrícola.

1.1.3 Locales

MINAGRI (2018), a través de Andina - Agencia Peruana de Noticias señala que:

La región San Martín se encuentra en “alerta roja” por incremento del 26 % de superficie cultivada. Afirma que esta situación podría generar oferta estacional y

reducción de precios en chacra. El SISSIC (Sistema de información de cultivos) reporta al mes de octubre, el avance de siembras de la campaña agrícola 2 018-2 019 en la región, de 26 376 ha, la cual incrementó en aproximadamente 5,400 ha con respecto al promedio de los últimos cinco años. Las provincias que más incrementaron sus siembras de la campaña agrícola 2 018-2 019 son principalmente: Bellavista, Moyobamba y Picota.

Palomino (2014), en una entrevista señaló que:

La región San Martín cuenta actualmente con unas 84 000 hectáreas dedicadas al cultivo del arroz, producto que genera un movimiento comercial superior a los 100 millones de dólares anuales en esa zona selvática. La mayor concentración de siembras y producción en San Martín corresponden a las provincias del Alto Mayo, Rioja y Moyobamba, con el 61 por ciento de la producción total del corredor.

MINAGRI (2012), en su informe “Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el sector Agrario período 2012-2021” menciona que:

La proyección del cambio climático 2 030 revela cambios ligeros en el clima. La temperatura se elevaría aproximadamente un 1°C, y las lluvias aumentarían en 10%, excepto en San Martín y Huánuco donde las lluvias disminuirían en 10%. Este escenario climático con ligeras alteraciones respecto al actual, no alteraría significativamente la producción de cultivos de arroz, maíz amarillo duro, yuca y café, pero podría propiciar la aparición de más plagas y enfermedades debido al aumento de temperatura y precipitación.

Torres, Tenorio & Gómez (2008) en su informe “Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático” menciona que:

La mayoría relata que desde el año 2 000 se siente más calor, los veranos son más intensos y prolongados. En las localidades de Alao y Requena señalan que este incremento de temperatura empezó en la década del noventa. Las temporadas de sequías afectan los cultivos, disminuyendo su resistencia a plagas. Según lo comentado por los productores, se ven más plagas y enfermedades tanto en cultivos como en seres humanos.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Arroz (*Oryza sativa*)

U.S. Agency for International Development (2010) en su informe “Arroz Negocio Creciente” refiere que:

El arroz, el cereal que más se ha extendido en el mundo, es el fruto en grano de la planta del arroz (*Oryza sativa*), un herbáceo anual de la familia de las gramíneas que se cultiva ampliamente en los cinco continentes, especialmente en regiones pantanosas de clima templado o cálido y húmedo. Este cereal proporciona el 20% del suministro de energía alimentaria del mundo. Es también una buena fuente de tiamina, riboflavina, niacina y fibra alimenticia. Es parte de la tradición culinaria de muchas culturas en todo el mundo.

El arroz es rico en cuanto a diversidad genética. En todo el mundo se cultivan miles de variedades. En su estado natural, con cáscara, presenta muchos colores diferentes.

1.2.2 El cultivo de arroz

1.2.2.1 Taxonomía

Secretaría de Agricultura y Ganadería (2003) en su “Manual técnico para el cultivo de arroz” señala que:

El arroz es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Gramíneas, a la sub-familia de las Panicoideas y a la tribu *Oryzae*.

El nombre científico es *Oryza sativa*. Evolutivamente se acepta que la forma perenne del *Oryza perennis* y para otros, el *Oryza rufipogon*, es el antecesor común. El número de cromosomas de la especie *Oryza sativa*, es $2n=24$ y $n=12$. Se ha descifrado el genoma del arroz, que dentro de las gramíneas cultivadas es uno de los menos complicados. El genoma del arroz está constituido por unos 50 mil de genes y que las bases de estos genes suman unos 430 millones de pares de bases de ADN.

1.2.2.2 Fenología

Counce, Keisling, & Mitchell (2000) en su libro *“A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development”* señala que:

Existen diversas escalas fenológicas para el cultivo de arroz:

- La fase vegetativa: Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En esta fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz.

- **Gonzales (2016)** en su blog *“Morfología, Taxonomía y Fisiología de la Planta de Arroz”* indica que:

La fase reproductiva incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz.

- La fase de madurez: abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. En esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz.

- **SAG (2003) en su “Manual técnico para el cultivo de arroz” refiere que:**

El ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta (150) es decir 5 meses.

1.2.2.3 Factores que influyen en el cultivo de arroz

a. Temperatura

Universidad del Itsmo (2012) en su blog “Requerimientos Agroecológicos” indica que:

Para el cultivo del arroz, las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27° C. Con temperaturas superiores a estas, la planta de arroz crece más rápidamente, pero los tejidos son demasiados blandos, siendo entonces más susceptibles a los ataques de enfermedades. Las temperaturas bajas influyen desfavorablemente en la diferenciación de las células reproductivas y por tanto causan una alta esterilidad de las espiguillas, esto es muy determinante en la etapa del “embuchamiento” a los 14-7 días antes de la emergencia de la panícula o de la floración del cultivo.

b. Precipitación

SAG (2003) en su “Manual técnico para el cultivo de arroz”, indica que:

El cultivo de arroz requiere de la suficiente humedad para obtener una mayor productividad, también el arroz requiere de un mínimo de humedad en el suelo, para obtener una producción aceptable.

Cuando ocurren deficiencias de agua durante el desarrollo del cultivo, los rendimientos disminuyen significativamente. Por eso en las zonas

donde la precipitación pluvial no es suficiente para sacar el cultivo y tampoco se dispone de agua para efectuar riegos de auxilio, se aconseja que el productor mejor no se siembre arroz pues los riesgos se incrementan significativamente. Se considera que una precipitación de unos 1 200 milímetros bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos.

c. Suelo y topografía del terreno

Franquet (2018) en su libro “El Nuevo Sistema de Siembra en Seco del Arroz” señala que:

Este cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla (formación del complejo arcillo-húmico), materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos.

En relación con la topografía del terreno es necesario disponer de suelos planos para producir arroz.

d. Morfología

Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005) en su guía de estudio “Morfología de la Planta de Arroz” señala que:

El arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4m (enanás) hasta más de 7.0m (flotantes).

Los Órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos:

A) Órganos vegetativos:

- Raíz. Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes.

Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación (Figura 1)

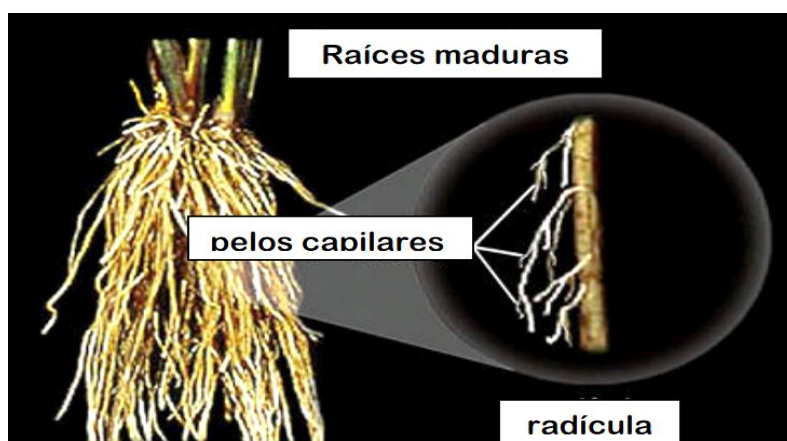


Figura 1: Raíces seminales

Las raíces adventicias maduras son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales, y con frecuencia forman verticilios a partir de los nudos, que están sobre la superficie del suelo (Figura 2).

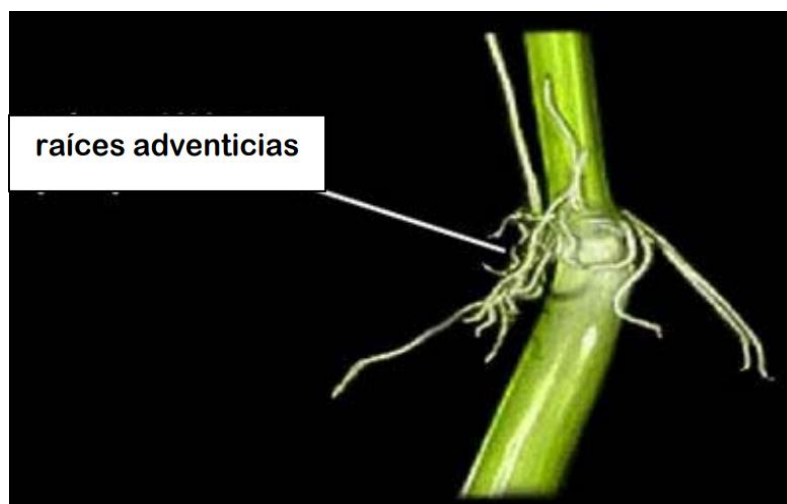


Figura 2: Raíces adventicias

- Tallo. Está formado por la alternación de nudos y entrenudos (Figura 3). En el nudo o región nodal se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar una macolla.

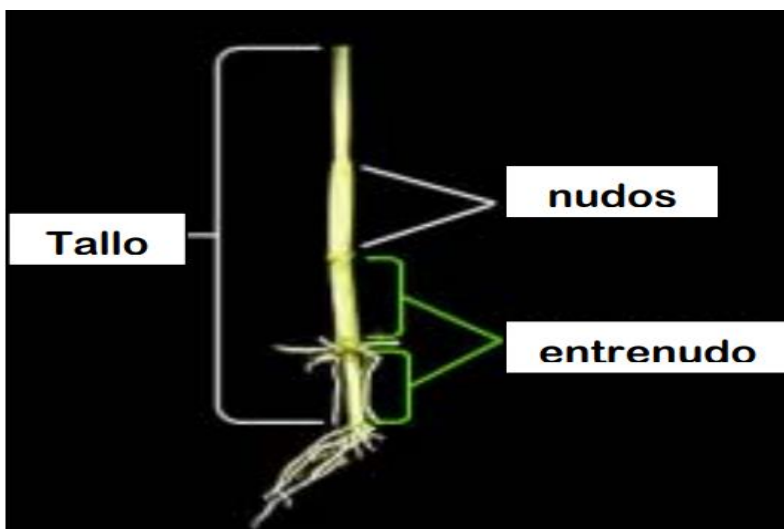


Figura 3: Tallo, nudos y entrenudos

- Hoja. Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera (Figura 4).



Figura 4: Hoja bandera

B) Órganos reproductores:

- Las flores. Están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula que está situada sobre el nudo apical del tallo, denominado nudo ciliar; La panícula se mantiene erecta durante la floración, pero luego se dobla debido al peso de los granos maduros.

La espiguilla es la unidad básica de inflorescencia y está unida a las ramificaciones por el pedicelo. Teóricamente la espiguilla del género *Oryza* se compone de tres flores, pero solo una desarrolla. Una espiguilla consta de dos lemmas estériles, la raquilla y la florecilla (Figura 5).

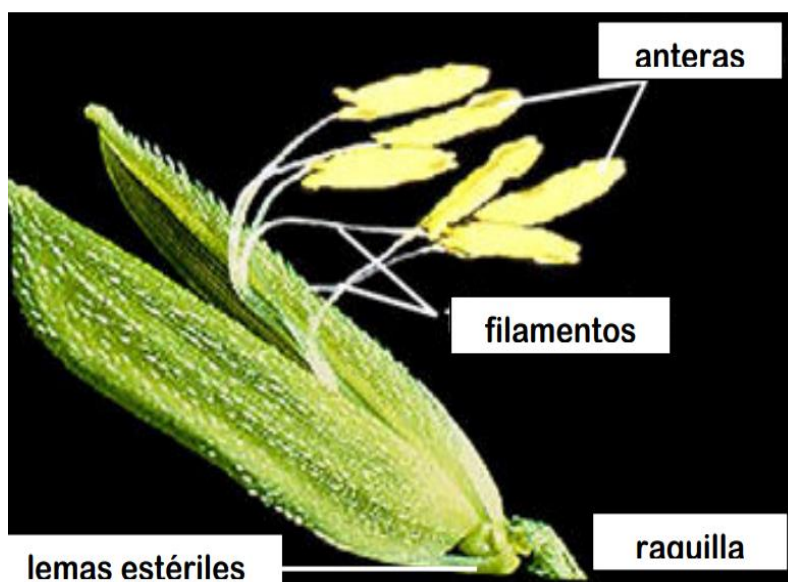


Figura 5: Estructura de una espiguilla

- La semilla. La semilla de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente. Consta de la cáscara formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas, lemmas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación.

Debajo de la lemma y la palea hay tres capas de células que constituyen el pericarpio; debajo de éstas se encuentran dos capas, el tegumento y la aleurona (Figura 6).

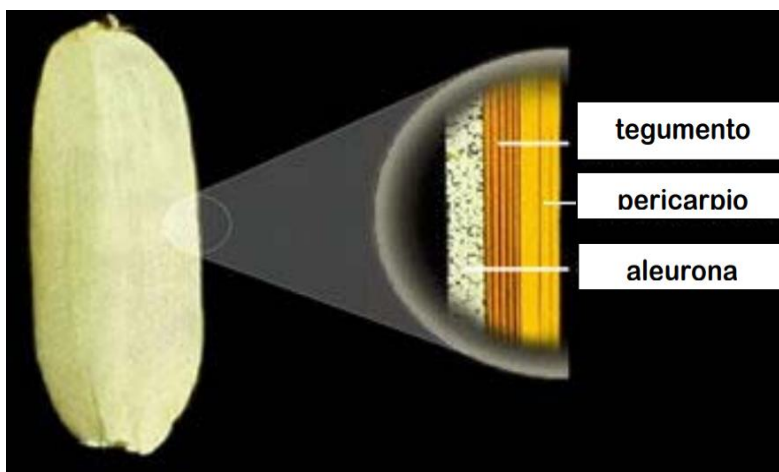


Figura 6: Estructura de un grano de arroz

1.2.3 Cambio Climático

Barros (2005) en su libro “El Cambio Climático y la Costa Argentina del Río de la Plata” refiere:

Los cambios en el clima del planeta a través del tiempo fueron y son producidos por diversos procesos naturales que afectan al sistema climático o a alguno de sus componentes.

Durante mucho tiempo se habló de cambio climático para designar esas variaciones. A partir de la Conferencia de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, se generalizó el uso de la expresión Cambio Climático identificando con el cambio originado por la actividad humana que altera la composición química de la atmósfera produciendo el calentamiento global del planeta.

1.2.3.1 Causas del calentamiento global

Barros (2005) en su libro “El Cambio Climático y la Costa Argentina del Río de la Plata” señala que:

A partir de la revolución industrial con la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural se ha liberado gran cantidad de CO₂ a

la atmósfera y lo mismo ocurrió con las emisiones de los otros gases. Como resultado, aumentaron las concentraciones de los GEI en la atmósfera y se incrementó el efecto invernadero. Al CO₂ le corresponde el 50% del potencial de calentamiento por emisiones humanas de GEI. El otro 50% le corresponde al metano, los freones, y el óxido de nitrógeno. También el tala de bosques y/o su quema para liberar terrenos para la agricultura, interfiere en la forma natural que tiene el planeta de equilibrar la concentración de GEI.

Deben descartarse como causas determinantes de la tendencia al calentamiento global que se evidencia en este último siglo y medio, (por ser procesos muy lentos que influyen en el clima en escalas de tiempo de miles o millones de años) los cambios en la órbita terrestre alrededor del sol y los procesos geológicos que cambian la geografía de la tierra. Otros procesos como las variaciones de la radiación solar y la reducción de la actividad volcánica, tampoco han sido tan importantes como para explicar el calentamiento observado.

1.2.3.2 Impactos del cambio climático

Ministerio del Ambiente (2009) en su publicación “Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú” menciona:

Que los impactos globales más importantes del cambio climático son:

- Reducción de la biodiversidad, desplazamiento de los límites territoriales de los ecosistemas y cambios en la composición del 30% de los bosques.
- Aumento de la temperatura en los desiertos y zonas semiáridas.
- Cambios en la circulación oceánica y alteración de la productividad biológica, con impacto en los ecosistemas marinos.
- Mayor presencia de enfermedades como: la malaria, el dengue, la fiebre amarilla y otras derivadas de las olas de calor.

1.2.3.3 Efecto invernadero

Barros, Menéndez, & Nagy, (s.f) en su libro “El Cambio Climático en el Río de la Plata” indican que:

La atmósfera no es transparente a la radiación terrestre como lo es a gran parte de la radiación solar. La mayor parte de esta radiación es absorbida, excepto en una determinada banda de longitud de onda llamada ventana de radiación porque por ella escapa al espacio la radiación terrestre. La transparencia de la atmósfera a la radiación solar y su opacidad a la radiación terrestre, hace que la temperatura media del planeta sea mayor (unos 30° C) que la que tendría en el caso de carecer de atmósfera. A esta acción natural de la atmósfera se la llama efecto invernadero. Este efecto está siendo intensificado ahora por el aumento de las concentraciones de GEI. La atmósfera está compuesta en su mayor parte por nitrógeno y oxígeno, pero también en menor medida por otros gases. Entre estos últimos, el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) son gases de efecto invernadero pues absorben parte de la radiación saliente en la banda de longitudes de onda de la ventana de radiación. En términos coloquiales e ilustrativos se dice que el aumento de la concentración de estos gases va cerrando la ventana de radiación. De esta forma, cuando la concentración de estos gases aumenta, la radiación saliente al espacio exterior es menor y se produce el calentamiento del planeta pues la temperatura aumenta hasta que la radiación saliente alcanza a equilibrar nuevamente la radiación solar absorbida en el planeta.

1.2.3.4 Los gases de efecto invernadero (GEI)

Barros, et.al, (s.f) en su libro “El Cambio Climático en el Río de la Plata” señalan que:

Las actividades humanas no pueden aún modificar directamente la concentración del vapor de agua en la atmósfera, porque ésta está regulada por la temperatura que condiciona su remoción a través de los procesos de condensación y congelación en las nubes. En cambio, existen claras evidencias que las emisiones antrópicas de los otros GEI han modificado

sus concentraciones atmosféricas. A partir de la revolución industrial, debido a la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) para la producción de energía, se ha liberado gran cantidad de CO₂ a la atmósfera y lo mismo ocurrió con las emisiones de los otros GEI por otras actividades humanas.

Las emisiones de dióxido de carbono, originadas en la combustión de hidrocarburos fósiles, tuvieron un crecimiento de tipo exponencial desde el comienzo del período industrial, y a las mismas se deben sumar las causadas por la deforestación, que son actualmente tres o cuatro veces menores que las primeras. Parte del dióxido de carbono emitido está siendo captado por los océanos, por la biosfera y a través de esta, por los suelos, pero casi la mitad se está acumulando en la atmósfera. Por ello se ha producido un incremento de las concentraciones de alrededor del 30 % en los últimos 150 años. En el mismo período, la concentración del metano en la atmósfera aumentó un 150 % y la del óxido nitroso un 16 %.

Las alteraciones en la concentración de los GEI en la atmósfera producidas por sus emisiones duran en promedio desde alrededor de 15 años en el caso del metano, a 100-150 años en el del dióxido de carbono y el del óxido nitroso. Hay otros GEI artificiales, afortunadamente de muy baja emisión, para los que se estiman tiempos de permanencia en la atmósfera antes de su destrucción que van de entre 40 años a varios miles de años según sea la sustancia química.

La prolongada permanencia de las emisiones de GEI en la atmósfera hace que estas emisiones tengan un efecto acumulativo. Debido a que el tiempo de permanencia del efecto de las emisiones del CO₂ y el N₂O es superior a 100 años, en el caso hipotético de que estas se redujeran a cero, la atmósfera continuaría con concentraciones superiores a las del período preindustrial por largo tiempo, volviendo sólo después de unos dos siglos a sus valores iniciales. A ello se debe agregar que la capacidad calorífica del sistema climático es enorme, particularmente por su componente oceánica, por lo que el equilibrio térmico del sistema climático con las

nuevas concentraciones de GEI se alcanza sólo unos 50 años después que estas son modificadas.

El efecto combinado de la prolongada permanencia de los GEI en la atmósfera y del retardo con que las temperaturas del sistema climático se acomodan a las nuevas concentraciones de los GEI tiene dos implicancias de significativo contenido político. Los cambios que se han producido ya en el clima y los que ocurrirán en las próximas décadas son principalmente resultado de las emisiones pasadas, de las cuales son responsables fundamentalmente los países desarrollados. Las emisiones presentes condicionarán el clima futuro, de forma que el clima de la segunda mitad del siglo dependerá críticamente del ritmo de las emisiones durante las próximas décadas.

1.2.3.5 Calentamiento global versus Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Recalde, Mandón, Torres, Diez (2013) en su libro “Cambio Climático”refieren:

El análisis de diversas fuentes de investigación, indican un aumento en la concentración de algunos gases presentes en la atmósfera, a pesar de haber permanecido relativamente estables por varios milenios, (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso).

En los informes del IPCC (2007) se detalla el resultado de estudios e investigaciones sobre los aumentos anteriormente mencionados “la concentración de CO₂ atmosférico aumentó, de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm a 379 ppm en el 2 005”. Comparado con el aumento de la época preindustrial en un periodo de 8000 años, éste sufrió un incremento de 20 ppm, mientras que las mediciones desde el inicio de la era industrial demuestran un aumento de 100 ppm en su concentración, atribuyendo la responsabilidad a la actividad humana.

Las estadísticas demuestran que la concentración de CO₂ es directamente proporcional al incremento de la temperatura. Por otra parte, en la medida en que se eleva la temperatura, también aumenta la capacidad del CO₂ de

disolverse en el agua, ya que allí se transforma en carbonato, y acaba por hundirse en los fondos marinos, disminuyendo así su concentración en la atmósfera.

El informe del IPCC en el año 2007, “El aumento de aproximadamente 1774 ppm de CH₄ en 2005 representa más del doble de su valor preindustrial...los niveles actuales de CH₄ atmosférico se deben a las emisiones antropogénicas continuadas de CH₄ que superan las emisiones naturales”, algunos autores consideran que ya existía emisión de metano antes de la industrialización. Ejemplo de ello son las plantaciones de arroz y la producción ganadera, que son actividades anteriores a este proceso. Por lo que las “nuevas” fuentes derivan de la explotación petrolera y de la basura enterrada en rellenos sanitarios. No obstante, el metano posee un potencial de calentamiento mayor que el dióxido de carbono, aunque su tiempo de vida sea más corto (aproximadamente 15 años), contribuye efectivamente al incremento de la temperatura.

Por último, debemos mencionar al vapor de agua ya que es uno de los más importantes gases de efecto invernadero. Pero si es tan importante ¿por qué lo hemos dejado para lo último?, porque, aunque las actividades humanas no contribuyen directamente en su producción, si lo hacen en forma indirecta, ya que ésta depende de los valores de la temperatura global.

1.2.3.6 Temperatura

Rodríguez, Benito, & Portela (2004) en su libro *“Meteorología y Climatología”* mencionan que:

Es de todo conocido que la temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: sabemos que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación

y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra. En invierno puede llegar a estar bajo los 0° C y en verano superar los 40° C.

Formalmente, la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presente, éstas, mayor será la temperatura.

El instrumento que se utiliza para medir la temperatura se llama termómetro y fue inventado por Galileo en 1593.

Según (**Barros *et al*, s/f**), manifiesta que existen evidencias convincentes de que la temperatura media global de superficie es superior ahora que al comienzo de los registros instrumentales hace más de un siglo. Aunque los registros del hemisferio sur son más cortos y menos representativos que los del hemisferio norte, existe una consistencia entre ambos hemisferios con el hemisferio sur mostrando un aumento persistente (IPCC 2001). En el periodo 1979 – 2000 las tendencias en el sudeste de Sudamérica son en general más débiles que en otras regiones continentales, pero son de todos modos positivas

1.2.3.7 Precipitación

Rodríguez, *et.al*, (2004) en su libro “*Meteorología y Climatología*” señalan que:

Una nube puede estar formada por una gran cantidad de gotitas minúsculas y cristallitos de hielo, procedentes del cambio de estado del vapor de agua de una masa de aire que, al ascender en la atmósfera, se enfría hasta llegar a la saturación.

En la realidad, para que el vapor existente en una masa de aire que alcanza la saturación pueda condensarse en forma de gotitas es preciso que se cumplan dos condiciones: la primera es que la masa de aire se haya enfriado lo suficiente, y la segunda es que existan en el aire núcleos de condensación (denominados núcleos higroscópicos) sobre los que puedan formarse gotitas de agua.

Una vez que se han formado las nubes, ¿qué es lo que hace que den o no lugar a la lluvia, el granizo o la nieve, es decir a algún tipo de precipitación? Las minúsculas gotitas que forman la nube y que se encuentran en suspensión dentro de ella gracias a la existencia de corrientes ascendentes, empezarán a crecer a expensas de otras gotitas que encuentran en su caída. Sobre cada gotita actúan fundamentalmente dos fuerzas: la debida al arrastre que la corriente de aire ascendente ejerce sobre ella, y el peso de la gotita.

Cuando éste es suficientemente grande como para vencer la fuerza de arrastre, la gotita caerá hacia el suelo, produciendo la lluvia. Las gotitas alcanzarán mayor tamaño cuanto más tiempo pasen dentro de la nube ascendiendo y descendiendo y cuanto mayor sea el contenido de agua líquida de la misma.

Dependiendo del tamaño de las gotas que lleguen al suelo y de cómo caigan tendremos distintos tipos de precipitación líquida: llovizna (gotas pequeñas que caen uniformemente), chubasco (gotas de mayor tamaño y que caen de forma violenta e intensa), etc.

1.2.3.8 Humedad relativa

Inzunza (2007) en su libro “*Meteorología Descriptiva*” señala que:

Es la proporción de vapor de agua real en el aire comparada con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a la temperatura correspondiente. La humedad relativa indica que tan cerca está el aire de la saturación, más que decir la cantidad real de vapor de agua en el aire. Se mide en porcentaje entre 0 y 100, donde el 0 significa aire seco y 100% aire saturado de humedad.

Los cambios en la humedad relativa se dan en general si cambia el contenido de vapor de agua del aire, pero como este cambio depende de la temperatura, entonces la humedad relativa puede cambiar por dos razones: por cambios en el contenido de vapor de agua del aire o por cambios en la temperatura del aire.

En la naturaleza, los cambios de humedad relativa causados por variaciones de temperatura pueden ser de tres:

- a) Variaciones diarias de temperatura
- b) Movimiento de aire de un lugar a otro
- c) Movimiento vertical del aire

Esto es más notorio en época de bajas temperaturas, porque el vapor de agua puede enfriarse hasta la saturación más rápidamente. En la atmósfera, la evaporación desde los océanos y los demás cuerpos de agua o superficies húmedas, le agregan vapor de agua al aire.

1.3 Definición de términos básicos

Cambio climático. Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables **(Naciones Unidas, 1992)**

Clima. Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un periodo largo de tiempo **(INEC, 2015)**

Cosecha. Conjunto de frutos, generalmente de un cultivo, que se recogen de la tierra al llegar a la sazón **(infoAgro, s.f.)**

Cultivo. Diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivo de vegetales, normalmente con fines alimenticios **(infoAgro, s.f.)**

Efecto. Lo que resulta de otra cosa. Es lo que sucede como consecuencia de una causa. **(DeConceptos, s.f.)**

Mitigación al cambio climático. Intervención humana para reducir las fuentes de gases de efecto invernadero o mejorar los sumideros (los procesos, las actividades o

los mecanismos que eliminan un gas de efecto invernadero de la atmósfera), a fin de limitar el cambio climático futuro (**El Peruano, 2018**)

Producción Agrícola. Es el resultado de la práctica de la agricultura que consiste en generar vegetales para consumo humano (**EcuRed, s.f.**)

Variabilidad climática. Es una medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o lluvia, varían de un año a otro (**CIIFEN, 2017**)

Vulnerabilidad. Es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre (**UNISDR, 2004**)

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Materiales

- Libreta de campo
- Tablero
- Lapiceros
- Botas
- Capota
- Cámara fotográfica digital
- Apoyo logístico
- Software ArcGIS 10.5
- Base de datos de la plataforma Geobosques
- Base de datos meteorológicos del SENAMHI de la provincia Moyobamba del tiempo de estudio.
- Base de datos agrícolas de la DRASAM de la provincia Moyobamba del tiempo de estudio.

2.2 Métodos

2.2.1 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas estadísticas que se utilizaron para el procesamiento de datos, fueron:

Distribución de frecuencias y gráficos para el resumen descriptivo de las variables producción y cambio climático; así mismo el Coeficiente de Correlación de Pearson para medir la relación entre las variables. Dicho procesamiento se realizó en el programa estadístico SPSS IBM Versión 23.

Considerando r el coeficiente de correlación muestral, calculado a partir de una muestra aleatoria de n pares de observaciones de una distribución normal

conjunta, un nivel de significancia α dado por el investigador, se tiene tres contrastes posibles de la Hipótesis Nula, $H_0: \rho = 0$.

1.- Para contrastar H_0 respecto a la Hipótesis Alternativa $H_1: \rho > 0$, en donde se conjetura la existencia de una relación positiva entre las variables, la regla de decisión es:

Rechazar H_0 si $t = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} > t_{n-2,\alpha}$, donde t es el valor experimental calculado a partir de los datos de la muestra y $t_{n-2,\alpha}$ es el valor teórico de la distribución estadística t-Student.

2.- Para contrastar H_0 N a la Hipótesis Alternativa $H_1: \rho < 0$, en donde se conjetura la existencia de una relación negativa entre las variables, la regla de decisión es:

Rechazar H_0 si $t = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} < t_{n-2,\alpha}$, donde t es el valor experimental calculado a partir de los datos de la muestra y $t_{n-2,\alpha}$ es el valor teórico de la distribución estadística t-Student.

3.- Para contrastar H_0 respecto a la Hipótesis Alternativa $H_1: \rho \neq 0$, en donde se conjetura la existencia de una relación entre las variables, la regla de decisión es:

Rechazar H_0 si $t = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} < t_{n-2,\alpha/2}$ o $t = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} > t_{n-2,\alpha/2}$,

donde t es el valor experimental calculado a partir de los datos de la muestra y $t_{n-2,\alpha/2}$ es el valor teórico de la distribución estadística t-Student.

Para determinar la estacionalidad de los parámetros de cambio climático y producción de arroz se elaboraron gráficos estacionales en el programa Eviews 8.

Los ítems utilizados para la generación de información temática, fueron:

- Los datos para la generación del mapa pérdida de bosque fueron descargados de la plataforma Geobosques la cual cuenta con 5 sub-módulos (deforestación, alerta temprana, degradación, uso y cambio de uso de la tierra, niveles de referencia) que es administrada por el Programa Nacional

de Conservación de Bosque para la Mitigación del Cambio Climático (PBNC) adscrito al MINAM.

- Se realizó análisis multitemporal sobre el incremento de la superficie de arroz con el correspondiente cálculo de la tasa anual de incremento utilizando los límites oficiales de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Región San Martín (IDERSAM).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1 Evaluación de los indicadores

Respecto a las variaciones de los promedios anuales y el comportamiento estacional (mensual) de los indicadores climáticos: Precipitación Pluvial (mm), Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%), así mismo, en el cultivo del arroz se considera: Siembra (ha), Cosecha (ha) y Producción (t) tenemos:

Tabla 1

Variación porcentual anual de los factores climáticos: Precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el periodo 1 999 – 2 018.

Años	Precip.	Var. %	Temp.		Temp.		Temp.		Hum.	
			Max.	Var. %	Min.	Var. %	Prom.	Var. %	Rel.	Var. %
1999	1 603,8		27,8		18,3		22,2		83,6	
2000	1 437,5	-10%	27,8	0%	18,5	1%	22,3	1%	83,8	0%
2001	1 617,1	12%	27,8	0%	18,3	-1%	22,3	0%	84,8	1%
2002	1 186,7	-27%	27,9	0%	18,6	1%	22,5	1%	84,4	0%
2003	1 435,3	21%	28,2	1%	18,6	0%	22,7	1%	84,1	0%
2004	1 149,7	-20%	28,4	1%	18,6	0%	22,7	0%	83,0	-1%
2005	1 332,3	16%	28,8	1%	18,6	0%	22,9	1%	82,7	0%
2006	1 317,4	-1%	28,7	0%	18,6	0%	22,7	-1%	82,8	0%
2007	1 418,8	8%	28,5	-1%	18,5	0%	22,6	0%	83,9	1%
2008	1 396,9	-2%	28,3	-1%	18,5	0%	22,5	-1%	83,4	-1%
2009	1 284,2	-8%	28,5	1%	18,9	2%	22,7	1%	83,1	0%
2010	1 192,2	-7%	29,4	3%	19,1	1%	23,4	3%	80,8	-3%
2011	1 296,6	9%	28,8	-2%	18,9	-1%	23,0	-1%	81,6	1%
2012	1 375,7	6%	28,6	-1%	18,7	-1%	22,8	-1%	82,0	1%
2013	1 431,4	4%	28,7	0%	19,0	2%	23,0	1%	82,0	0%
2014	1 673,1	17%	28,4	-1%	19,0	0%	22,8	-1%	83,4	2%
2015	1 674	0%	28,7	1%	19,0	0%	23,0	1%	83,4	0%
2016	1 334,8	-20%	29,4	2%	19,3	2%	23,5	2%	81,5	-2%
2017	1 473,4	10%	28,6	-2%	19,1	-1%	23,0	-2%	83,0	2%
2018	1 519,2	3%	28,2	-2%	19,0	0%	22,7	-1%	83,6	1%

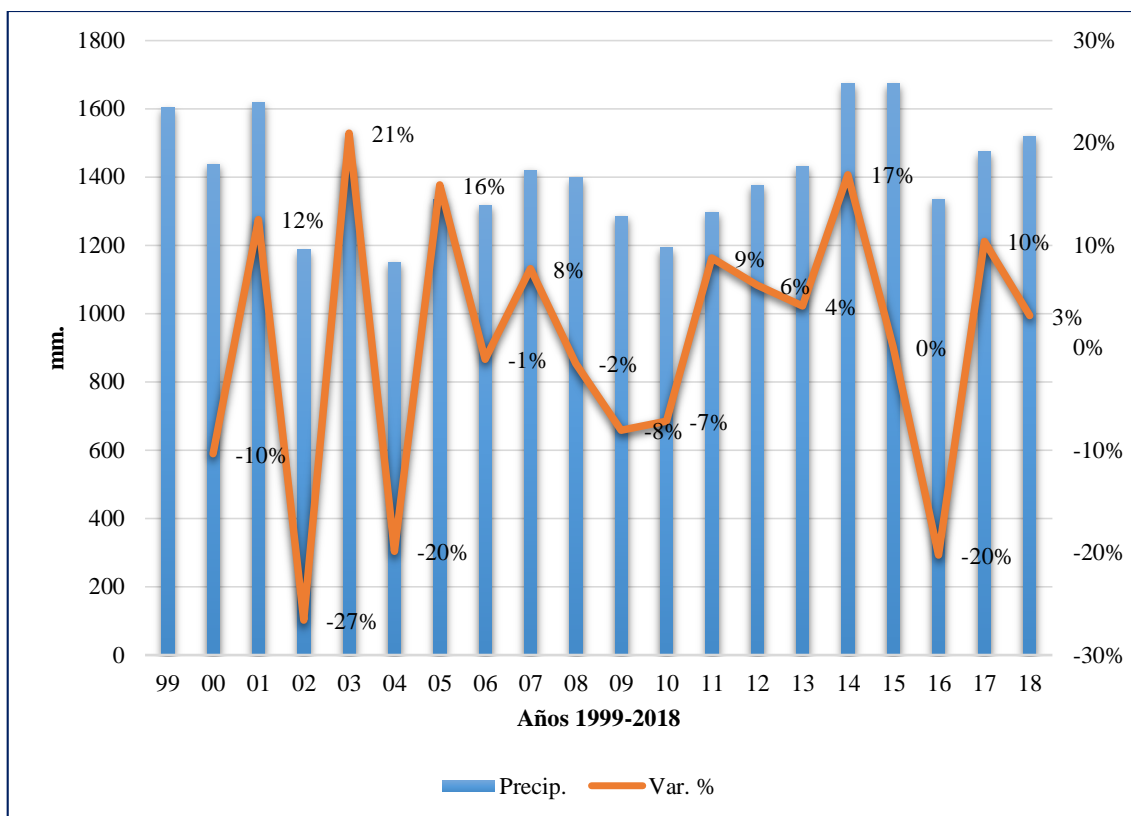


Figura 7: Variación porcentual del promedio anual de la precipitación pluvial (mm)

En la Figura 7, se muestra los promedios anuales de la precipitación pluvial (mm) y su variación porcentual en el período estudiado, al respecto los valores más altos se presentan indistintamente de mayor a menor, en los años 2 015 (1 674 mm), 2 014 (1 673,1 mm), 2 001 (1 617,1 mm) y el 1 999 (1 603.8 mm); los valores más bajos de menor a mayor, en los años 2004 (1 149,7 mm), 2 002 (1 186,7 mm) y el año 2010 (1 192,2 mm).

En lo que se refiere a la variación porcentual anual, muestra una alta heterogeneidad, siendo los períodos más relevantes 2 001/2 002 que sufre una disminución de 27% pasando de una precipitación pluvial de 1 617,1 mm del año 2 001 a 1 186,7 mm en el año 2 002, igualmente en el período 2 015/2 016 disminuye un 20% pasando de precipitación pluvial de 1 674 mm del año 2 015 a 1 334,8 mm en el año 2 016, así mismo, en el sentido positivo se tiene en el período 2002/2003 aumenta la precipitación pluvial en 21%, pasando de 1 186,7 mm el año 2 002 a 1 435,3 mm en el año 2 003.

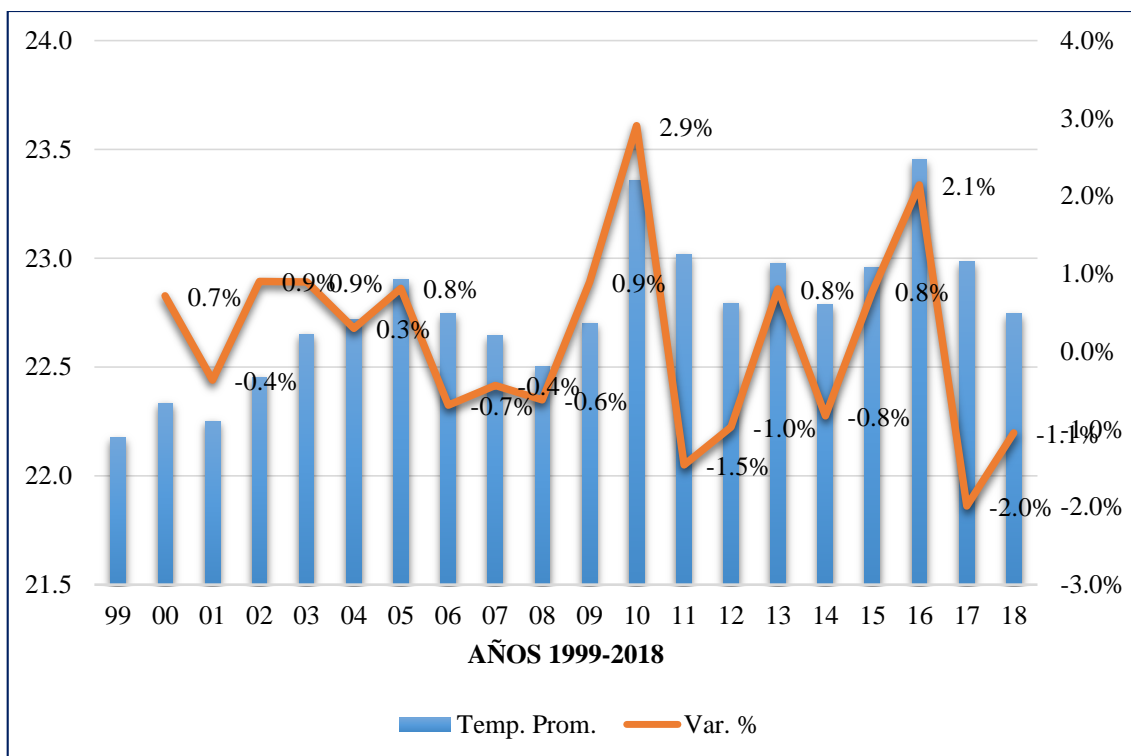


Figura 8: Variación porcentual anual de la temperatura promedio en °C.

El comportamiento de los promedios anuales de la temperatura (°C) y su variación porcentual en el período de estudio, se presenta en la Figura 8, donde se consigna que las temperaturas más altas se registraron en los años 2 016 (23.5°C) y el año 2 010 (23.4 °C), las temperaturas más bajas fueron en los años 1 999 (22.2 °C) y el año 2 001 (22.3 °C), teniendo en general un comportamiento homogéneo dentro de rango de variabilidad muy reducido (22.2 a 23.5 °C).

En lo que se refiere a la variación porcentual anual, muestra una alta homogeneidad, siendo los períodos que muestran una leve variación porcentual el de 2 009/2 010 que tiene un incremento de 2.9% pasando de una temperatura de 22.7 °C del año 2 009 a 23.4 °C en el año 2 010, igualmente en el período 2 016/2 017 disminuye un 2.0% pasando de una temperatura de 23.5 °C del año 2 016 a 23.0 °C en el año 2 017; pero en general el rango de variación porcentual anual de la temperatura es como máximo 3 puntos porcentuales.

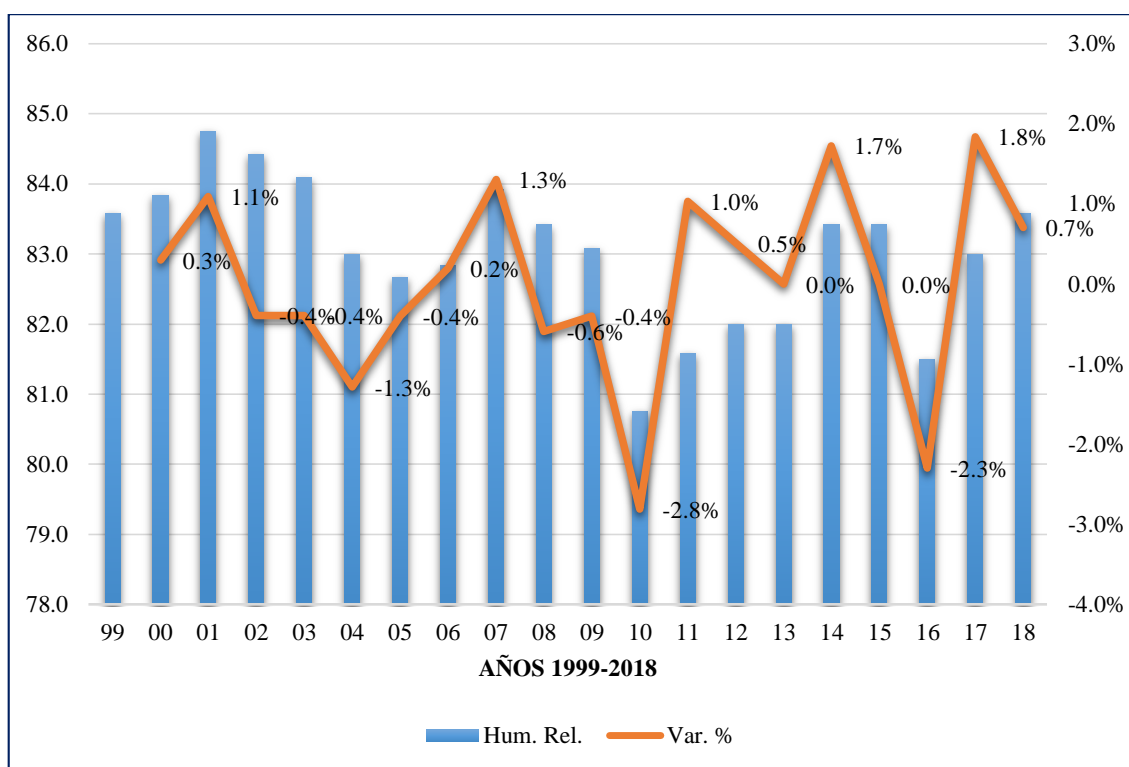
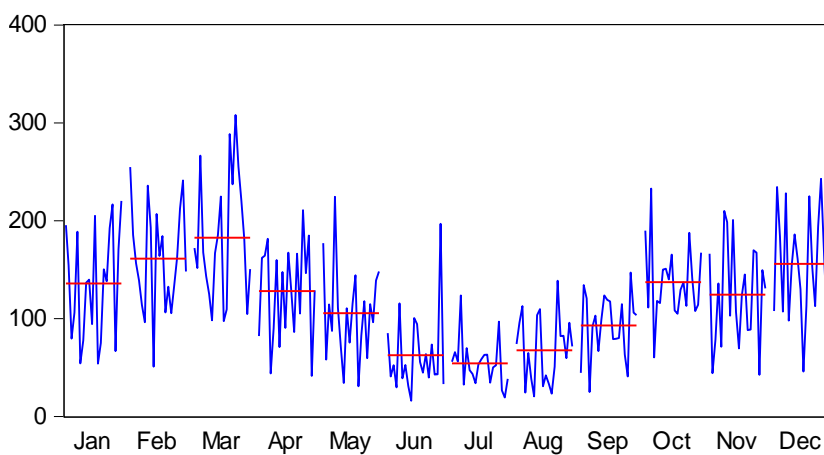


Figura 9: Variación porcentual del promedio anual de la humedad relativa (%).

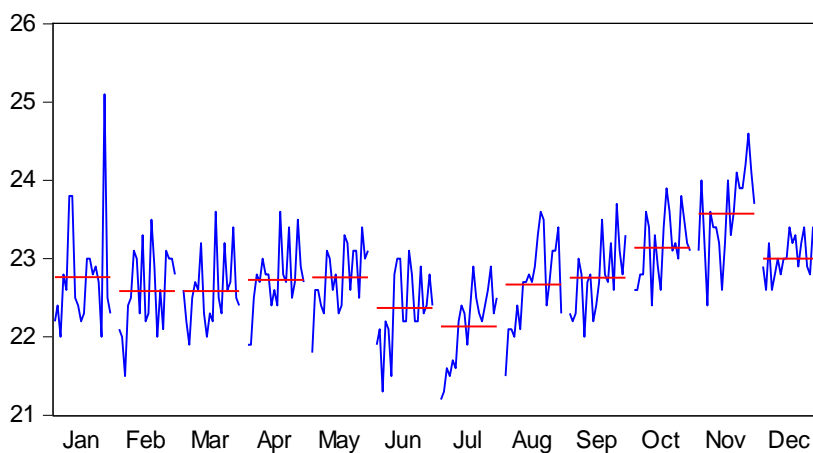
En la Figura 9, se muestra los promedios anuales de la humedad relativa (%) y su variación porcentual en el período estudiado, al respecto los valores más altos se presentan en los años 2 001 (84.8%) y 2 002 (84.4%); el valor más bajo registra en el año 2 010 (80.8%), esto nos permite percibir que existe un rango pequeño de variabilidad de 80.8 a 84.8%, determinando una distribución homogénea de estos valores.

Luego observando la variación porcentual anual, lo más saltante ocurre el período 2 009/2 010 que sufre una disminución de 2,8% pasando de una humedad relativa de 83,1% del año 2 009 a 80,8% en el año 2 010, igualmente en el período 2 015/2 016 disminuye un 2,3% pasando de una humedad relativa de 83,4% en el año 2015 a 81,5% en el año 2 016, así mismo, en el sentido positivo se tiene que en el período 2 016/2 017 aumenta la humedad relativa en 1,8%, pasando de una humedad relativa de 81,5% en el año 2 016 a una de 83,0% del año 2 017.

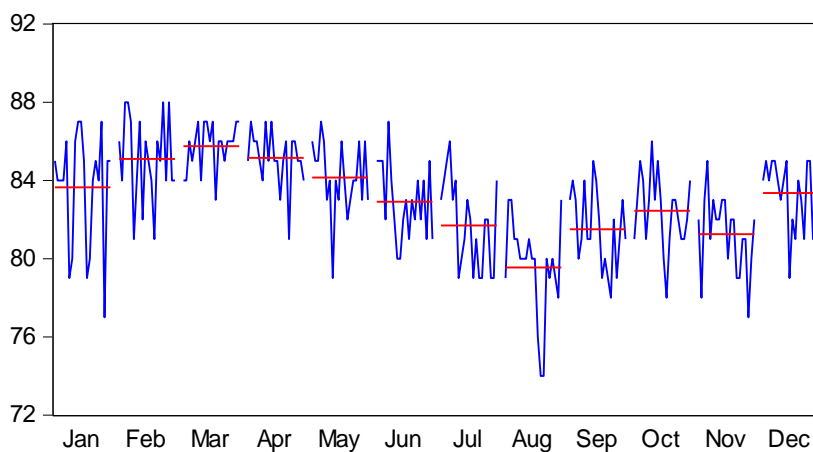
ESTACIONALIDAD DE PRECIPITACION



ESTACIONALIDAD DE TEMPERATURA



ESTACIONALIDAD DE HUMEDAD RELATIVA



— PROMEDIO

Figura 10: Estacionalidad mensual de los factores climáticos: precipitación pluvial (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el período 1 999-2 018.

En la Figura 10, se presenta la estacionalidad mensual de la precipitación pluvial (mm), correspondiendo en promedio al mes de marzo con la más alta con 183 (mm) y la más baja al mes de julio con 54 (mm); en cuanto a la temperatura °C la más alta se presenta en mes noviembre con un promedio de 23,6 °C, siendo la más baja en julio con 22,2 °C; la humedad relativa (%) presenta su valor más alto en el mes de marzo con 86,0% y el más bajo en el mes de agosto con una temperatura promedio de 79,6 °C.

En general la precipitación pluvial (mm) es estacional en el período febrero-marzo y noviembre-diciembre; la temperatura (°C) es estacional en el período octubre-diciembre; la humedad relativa (%) tiene su estacionalidad en el período febrero-abril.

Tabla 2

Variación porcentual anual del arroz: Siembra (ha), cosecha (ha) y producción (t) en el periodo 1 999 – 2 018

Años	Siembra	Var. %	Cosecha	Var. %	Producción	Var. %
1999	5 765		10 778		74 220,94	
2000	10 284	78%	8 721	-19%	58 291	-21%
2001	9 798	-5%	8 988	3%	59 373,2	2%
2002	11 995	22%	11 512	28%	73 842	24%
2003	11 548	-4%	10 811	-6%	67 524	-9%
2004	17 162	49%	15 241	41%	99 191	47%
2005	14 690	-14%	16 823	10%	114 710	16%
2006	14 333	-2%	16 694	-1%	114 616	0%
2007	13 616	-5%	12 395,25	-26%	84 352,69	-26%
2008	16 795	23%	15 373,5	24%	105 662,2	25%
2009	18 266	9%	20 076,7	31%	137 531,16	30%
2010	16 098	-12%	15 151	-25%	101 220,8	-26%
2011	18 177	13%	16 172	7%	109 948,6	9%
2012	18 121	0%	19 302	19%	131 219	19%
2013	18 415	2%	18 614	-4%	126 919,3	-3%
2014	19 251	5%	19 467	5%	140 888	11%
2015	18 256	-5%	18 585	-5%	148 680	6%
2016	18 777	3%	17 269	-7%	138 152	-7%
2017	24 036	28%	22 877	32%	193 146	40%
2018	20 044	-17%	18 759	-18%	160 418	-17%

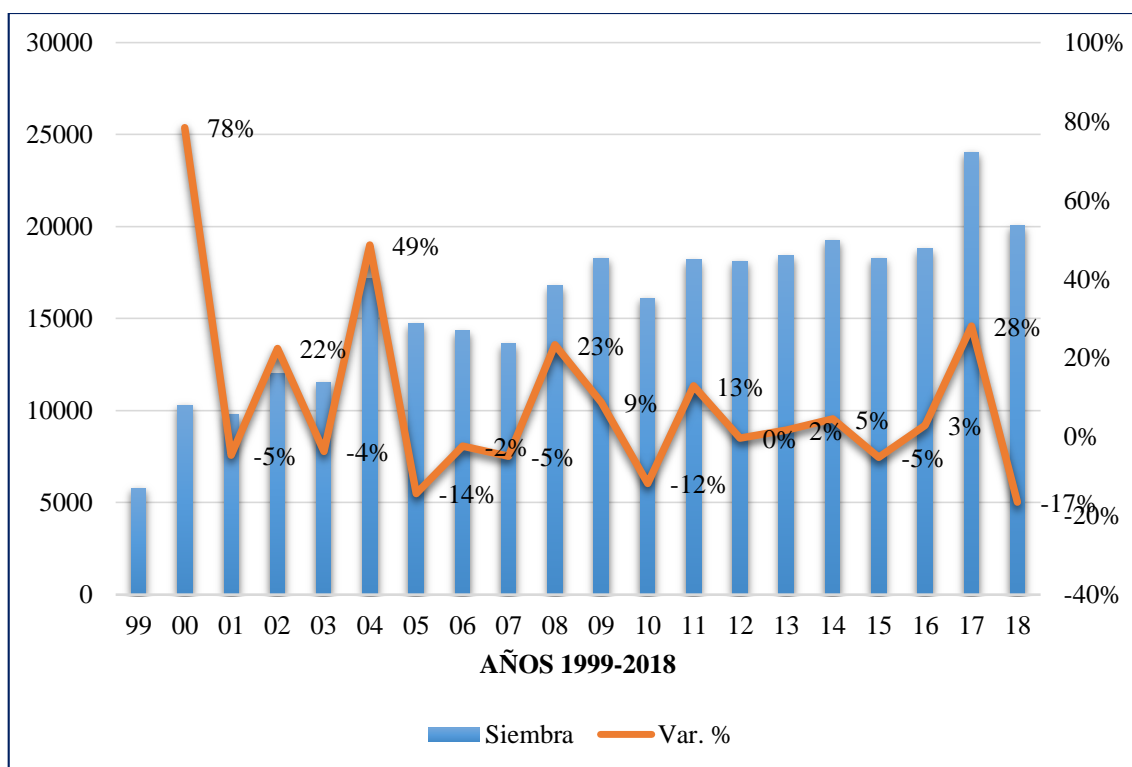


Figura 11: Variación porcentual anual de la siembra de arroz (ha).

Los valores anuales de la siembra de arroz (ha) y su variación porcentual en el período de estudio, se presenta en la Figura 11, donde se observa que las cantidades de hectáreas sembradas se han ido incrementado fuertemente a través de periodo en estudio, así del año 1 999 que registra 5 765 hectáreas se duplica en el siguiente año 2 000 con 10 284 hectáreas, y se triplica el año 2 004 que registra 17 162 hectáreas de siembra; el incremento más alto se da el año 2 017 que reporta una siembra de arroz máxima del período de 24 036 hectáreas.

En lo que se corresponde a la variación porcentual anual, muestra una alta heterogeneidad, siendo los períodos que muestran las más fuertes variaciones porcentuales el de 1 999/2 000 que tiene un incremento de 78%, el de 2 003/2 004 con 49% de variación; finalmente destacar que desde 1999 que registra una siembra de 5 765 hectáreas al año 2 018 con 20 044 hectáreas, se registra una alta variación del 248%.

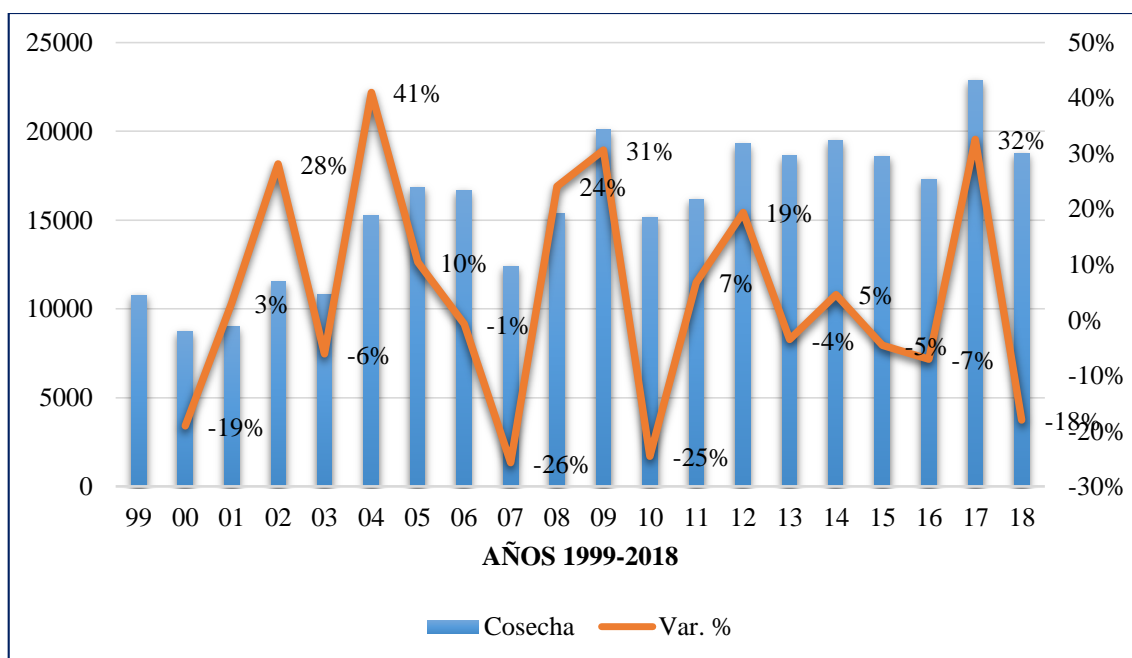


Figura 12: Variación porcentual anual de la cosecha de arroz (ha).

La Figura 12 muestra los valores anuales de la cosecha de arroz (ha) y su variación porcentual en el período de estudio; al respecto, los valores más altos de hectáreas cosechadas y en forma ascendente se registran en los años: 1 999 (10 778 ha), 2 002 (11 512 ha), 2 005 (16 823 ha), 2 009 (20 076,7 ha) y el año 2 017 consigna (22 877 ha) como cantidad máxima en esta actividad. Este incremento considerable está relacionado con el incremento de hectáreas sembradas en el período de estudio.

Luego se observa que las variaciones más relevantes respecto a la cantidades de hectáreas cosechadas se presentan en los períodos: 1 999/2 000 disminuye en 19%, en 2 001/2 002 existe un incremento del 28%; en el tránsito del 2 003/2 004 el incremento de 41% representa la más alta variación de un período bianual; en el período de 2 006/2 007 se tiene una disminución del 26%, entre 2 007/2 009 se incrementa fuertemente en un 55% en dos años, para luego caer un 25% al año 2 010; entre el 2 012 al año 2 016 se tienen variaciones mínimas, pudiendo considerarse la actividad de cosecha homogénea; finalmente en el período de 2 016/2 017 se incrementa en un 32% el número de hectáreas cosechadas, para disminuir un 18% al año 2 018. En general la variación porcentual anual de la actividad de hectáreas cosechadas es muy heterogénea, presentando una alta variabilidad.

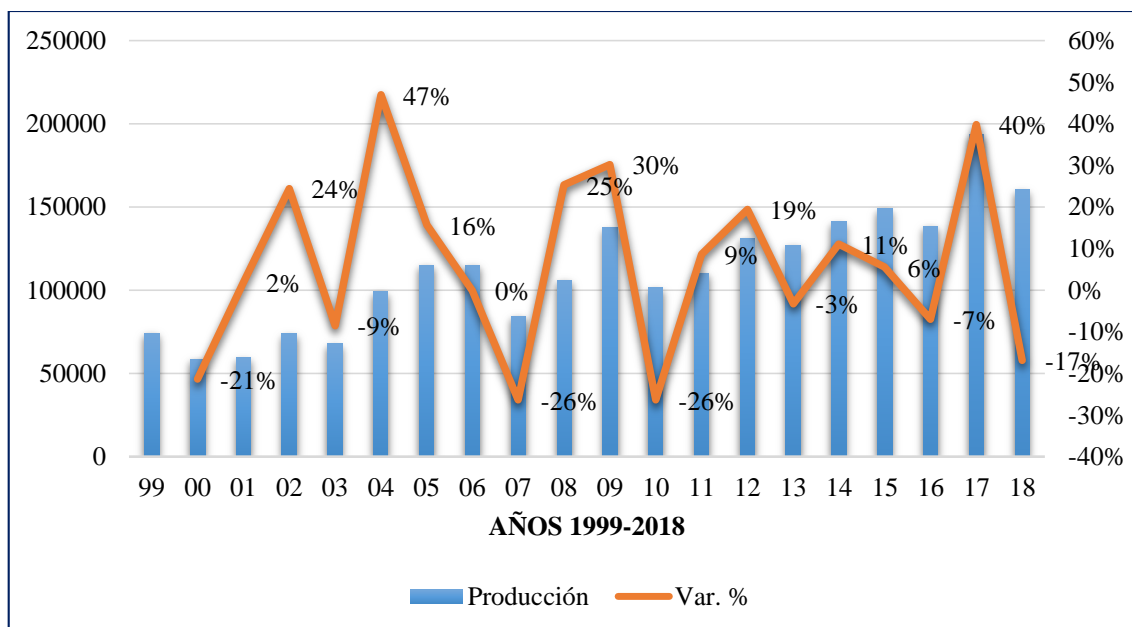


Figura 13: Variación porcentual anual de la producción de arroz (t).

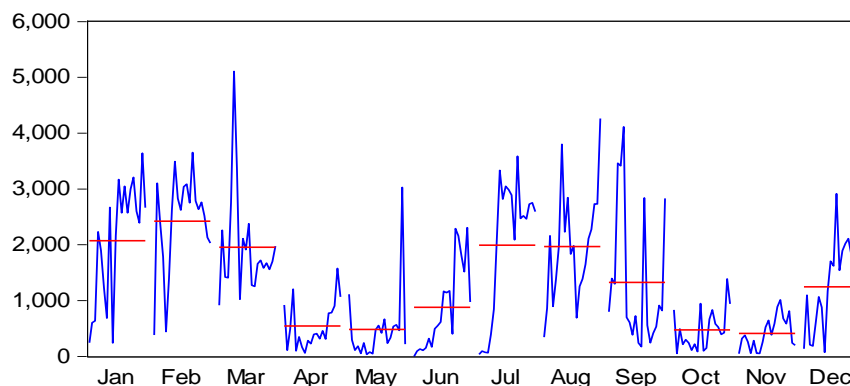
Los valores anuales de la producción de arroz (ha) y su variación porcentual en el período de estudio, se presenta en la Figura 13, donde se observa que las cantidades de producción de arroz en toneladas se han ido incrementado fuertemente a través de periodo en estudio, así del año 1 999 que registra 74 220,94 toneladas, casi duplica en el siguiente año 2 009 con 137 531,16 toneladas de arroz, y se acerca a triplicar la producción de arroz el año 2 017 que registra 193 146 toneladas, siendo la producción más alta del período estudiado.

En lo que se corresponde a la variación porcentual anual, muestra una alta heterogeneidad, siendo los períodos que muestran las más fuertes variaciones porcentuales el de 1 999/2 000 que tiene un incremento de 78%, el de 2 003/2 004 con 49% de variación; finalmente destacar que desde 1 999 que registra una siembra de 5 765 hectáreas al año 2 018 con 20 044 hectáreas, se registra una alta variación del 248%.

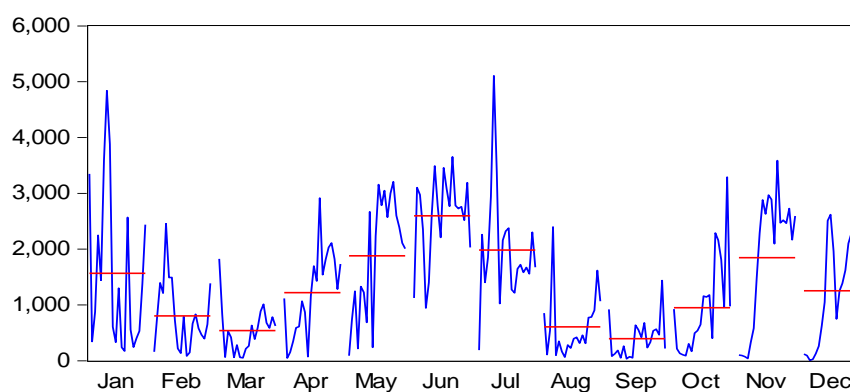
Respecto a las variaciones anuales de las cantidades de toneladas de producción de arroz, coincide con las hectáreas cosechadas; así en los períodos: 1 999/2 000 disminuye en 21%, en 2 001/2 002 existe un incremento del 24%; en el transito del 2 003/2 004 el incremento de 47% representa la más alta variación de un período bianual; en el período de 2 006/2 007 se tiene una disminución del 26%, entre 2 007/2 009 se incrementa fuertemente en un 55% en dos años, para luego caer un 26% al año 2 010; entre el 2 012 al año 2 016 se tienen variaciones mínimas, pudiendo considerarse la actividad de producción de arroz

homogénea; finalmente en el período de 2 016/2 017 se incrementa en un 40% el número de hectáreas cosechadas, para disminuir un 17% al año 2 018. En general la variación porcentual anual de la actividad de hectáreas cosechadas es muy heterogénea, presentando una alta variabilidad.

ESTACIONALIDAD DE SIEMBRA



ESTACIONALIDAD DE COSECHA



ESTACIONALIDAD DE PRODUCCION

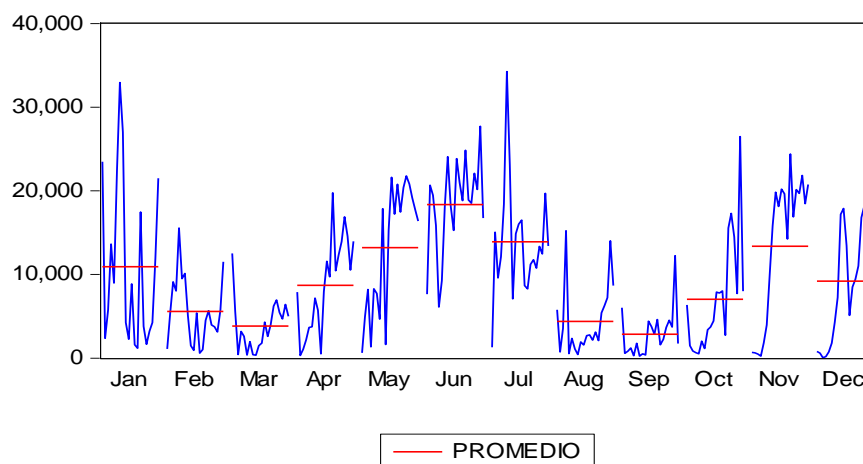


Figura 14: Estacionalidad mensual del Arroz: Siembra (ha), Cosecha (ha) y Producción (t) en el período 1 999-2 018.

La estacionalidad de los procesos de siembra (ha), cosecha (ha) y producción (t) en el período 1 999 - 2 018, se muestran en la Figura 14; al respecto corresponde al período enero-marzo y julio-agosto donde se presenta mayor amplitud de siembra de hectáreas de arroz, con sus máximos de 2 424 ha en febrero y 1 993 ha en julio respectivamente, los periodos con escasas siembras son abril-mayo y octubre-noviembre con cantidades mínimas de 482 ha en mayo y 413 ha en noviembre respectivamente; en cuanto a la actividad de cosecha de arroz, corresponde al período mayo-julio con los valores más altos, así el máximo es en junio con 2 599 hectáreas, teniendo su valor mínimo en setiembre con 393 hectáreas de arroz cosechadas; la producción de arroz en toneladas es coincidente su período de mayor presencia en relación a la cosecha de mayo-julio teniendo el máximo valor en junio con 18 365 toneladas producidas, su mínimo lo registra en el mes de setiembre con 2 857 toneladas.

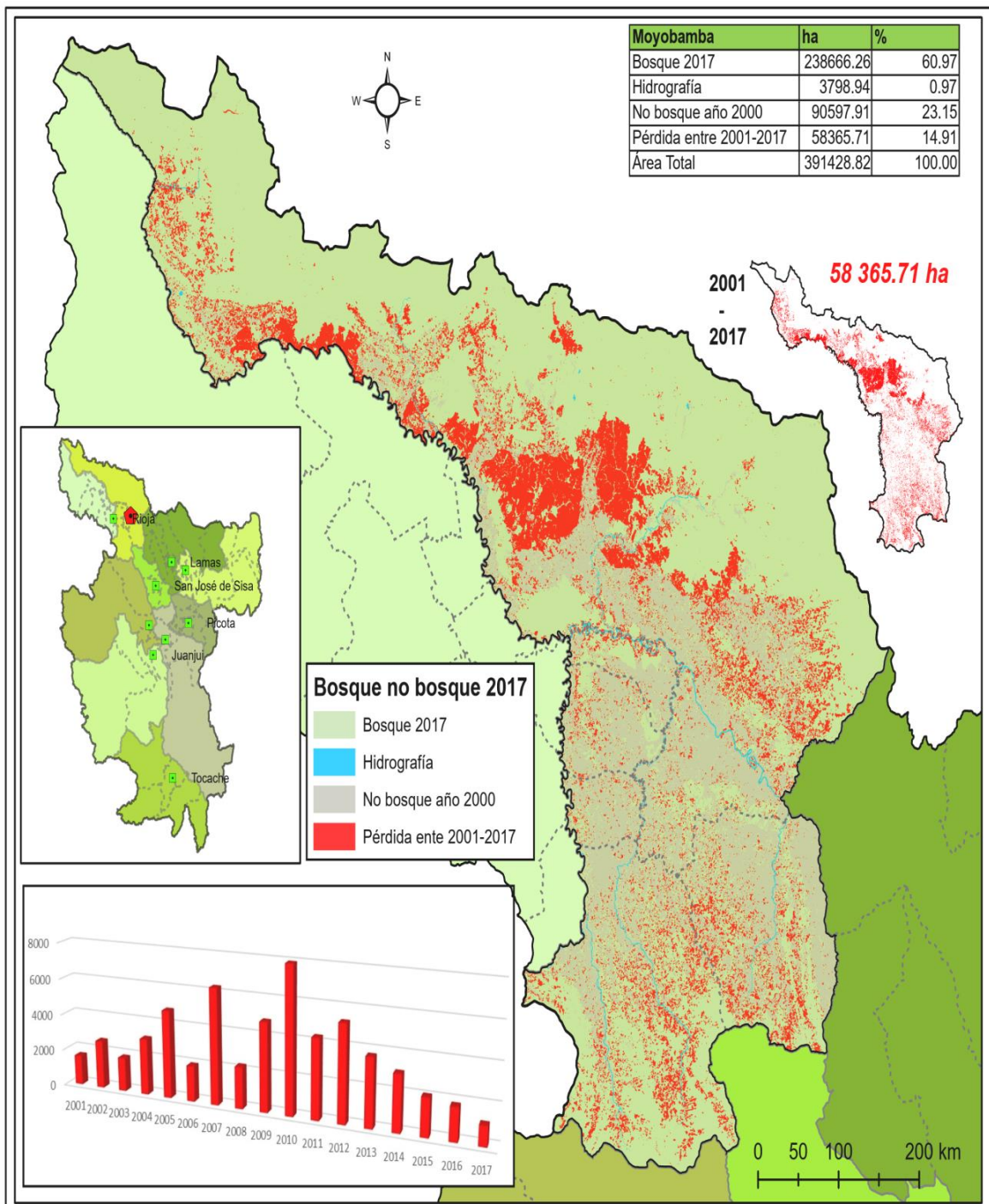
En términos generales, la siembra (ha) tiene dos periodos de gran actividad enero-marzo y julio-setiembre de cada año; la cosecha (ha) y la producción (t) coinciden en su estacionalidad teniendo el período de mayo-julio de cada año como el de mayor actividad.

Con la finalidad de comparar la pérdida de bosques y el avance de la frontera agrícola en el área de estudio, fueron descargadas de fuentes oficiales los datos de pérdida de bosques entre los años 2 001 y 2 017 del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBCC, 2018), los mapas de uso actual de la tierra de: la macro Zonificación Ecológica y Económica de San Martín (Gobierno Regional de San Martín 2005), meso Zonificación Ecológica y Económica del Alto Mayo (GORESAM, 2007) y la propuesta de Zonificación Forestal a escala 1:100 000 del departamento de San Martín (unidad mínima cartografiable: 4ha, GORESAM, 2019), disponibles gratuitamente en sus plataformas geográficas en línea <http://geobosques.minam.gob.pe>.

Al año 2 000 (Figura 15), la provincia Moyobamba, tenía el 23,15% de su territorio sin bosques (90 597,91 ha). Entre el período 2 001 y 2 017 fueron perdidos 58 365,71 ha de bosques (14,91% del área total de la provincia), siendo el 2 010 el año con mayor pérdida con 7 931,7 ha de bosques. Sin embargo, se muestra una tendencia a la reducción desde el año 2 012. Si bien al año 2 017 Moyobamba conserva poco más del 60% de su territorio con

cobertura boscosa, es importante destacar que la mayor parte de la pérdida boscosa se dio en espacio mayoritariamente menores a 50 ha.

Figura 15: Evolución de la pérdida de bosques en la provincia Moyobamba.



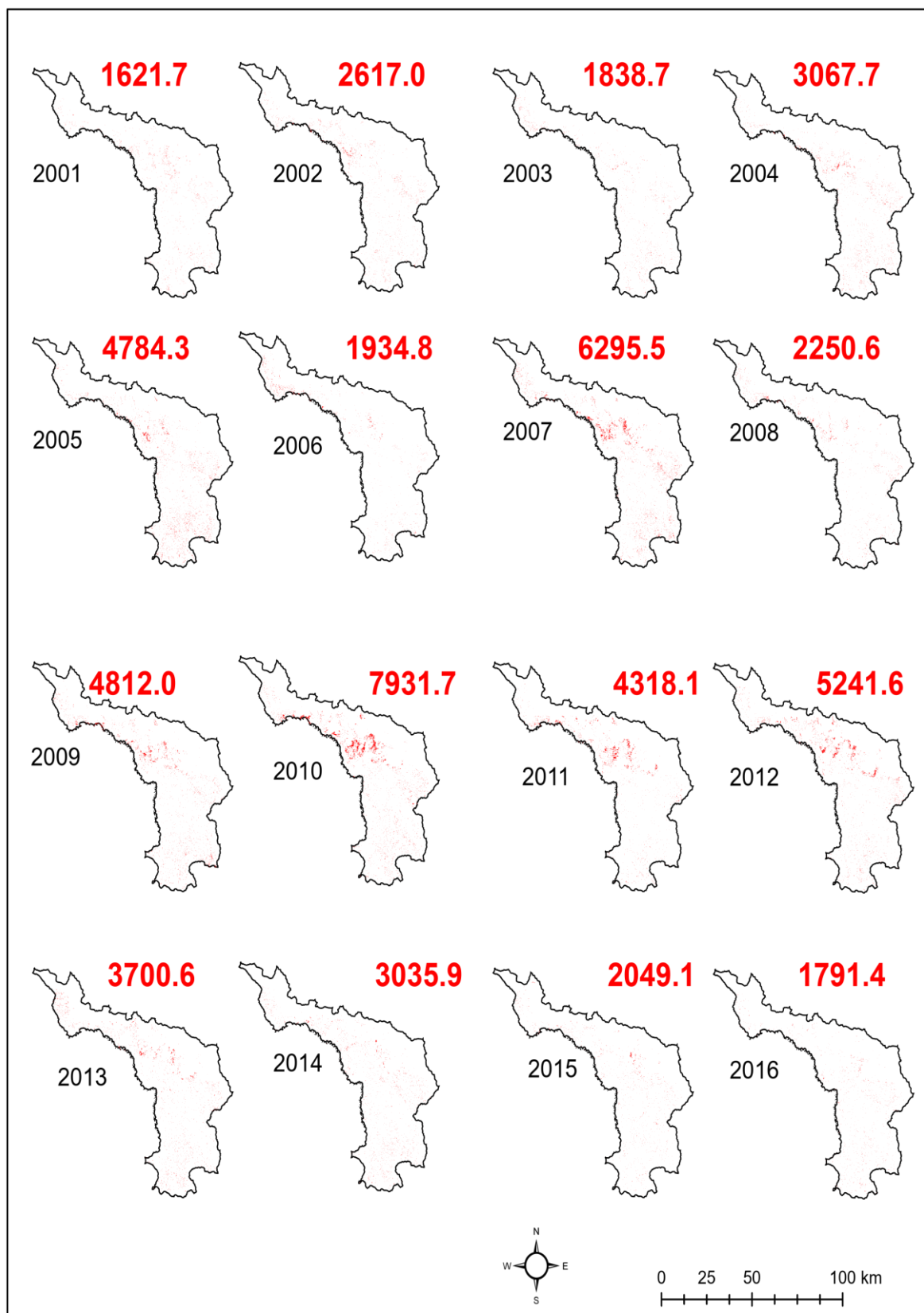
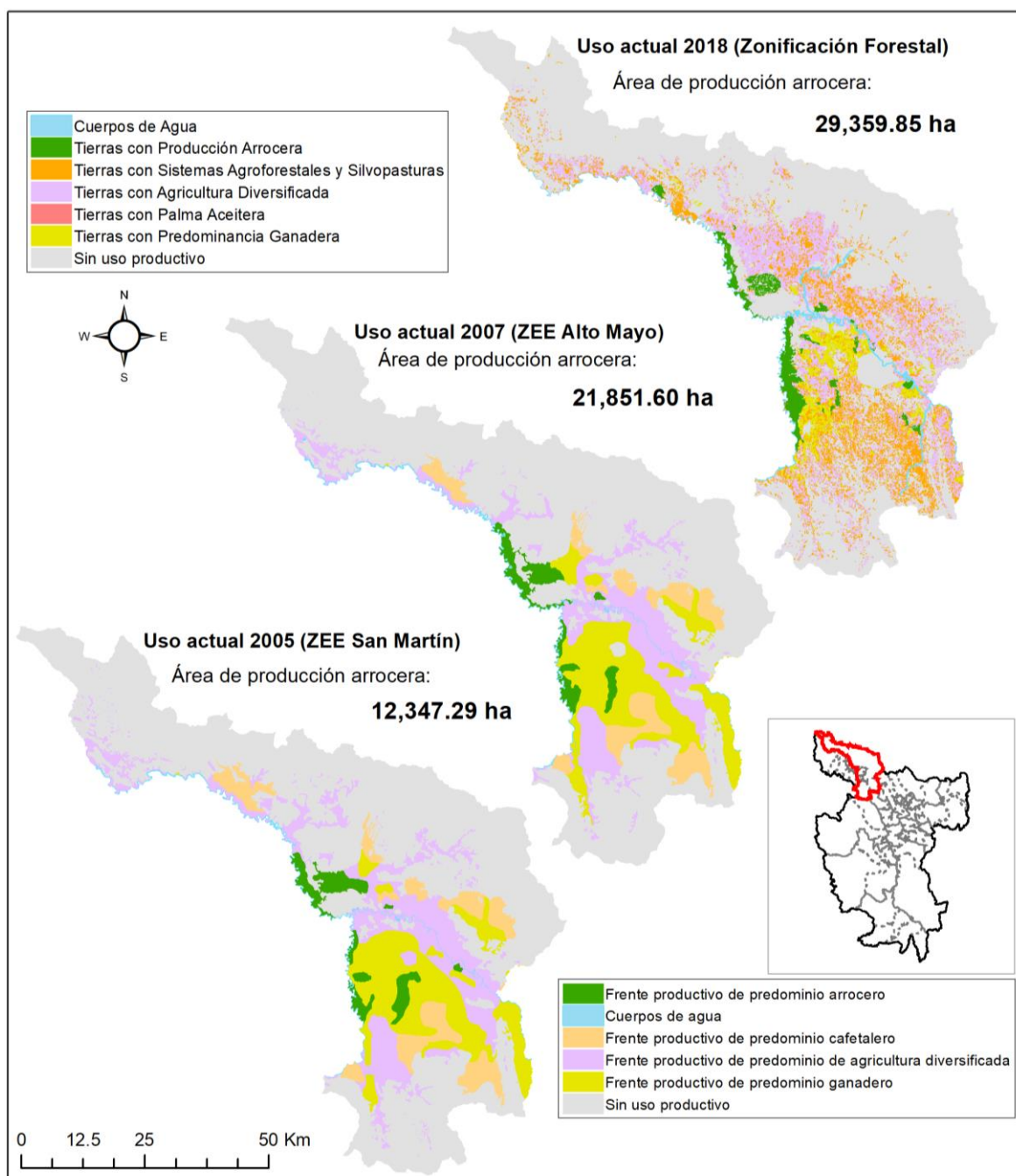


Figura 16: Pérdida de bosques entre 2 001 y 2 016 en la provincia Moyobamba.

En la Figura 17 se muestra el avance del área de cultivo de arroz en la provincia Moyobamba, así como la agricultura en general. Así, según datos oficiales del GORE San Martín, se pasó de contar con poco más de 12 mil ha en 2 005 a 29 000 ha en 2 018, lo que indica un crecimiento del 137% en apenas 13 años. Así si la pérdida de bosques entre 2 005 y 2 017 fue de 49 220,50 ha (Figura 16) apenas 17 012,56 (34.5%) fueron destinados al cultivo de arroz.

Figura 17: Frontera agrícola y cultivos de arroz según uso actual de estudios oficiales.



Análisis relacional

Para determinar la relación existente entre las variables: Cambio climático (precipitación pluvial (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%)) y producción de arroz (siembra (ha), cosecha (ha) y producción (t)), planteadas en los objetivos y la hipótesis de trabajo en la investigación, se ha tenido en cuenta la naturaleza y escala de medición que corresponden a estas características: Variables cuantitativas y escala de razón.

Considerando lo anterior, para medir las relaciones que son objetivos principales de la investigación se ha utilizado la prueba del Coeficiente de Correlación de Pearson, cuyo contraste se realiza con la utilización de la estadística $t = \frac{r \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}}$ que tiene a una distribución t-student con n-2 grados de libertad y cuyo fundamento se expone en los anexos; además se ha contrastado la normalidad de datos de las variables utilizando de prueba de Shapiro-Wilk.

Hipótesis de investigación

H1= El cambio climático afecta de manera significativa la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba región San Martín.

Hipótesis estadística:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Las pruebas estadísticas respectivas, se presentan en la Tabla 3, que registra las correlaciones de cada indicador de la variable Producción de Arroz, contrastadas con todos los indicadores de la variable cambio climático.

Tabla 3

Contrastes correlacionales de producción de arroz y cambio climático período 1 999-2 018 (20 años)

PRODUCCIÓN DE		CAMBIO CLIMÁTICO		
ARROZ		Precipitación Pluvial mm	Temperatura °C	Humedad Relativa %
Siembra (ha)	r	-0,089	0,690**	-0,477*
	p-valor	0,710	0,001	0,034
Cosecha (ha)	r	0,006	0,618**	-0,495*
	p-valor	0,980	0,004	0,027
Producción (t)	r	0,144	0,591**	-0,393
	p-valor	0,545	0,006	0,087

*La correlación es significativa a un nivel del 0,05 = 5% de nivel de significación y 95% de nivel de confianza

Los resultados del contraste de la relación (correlación) entre cambio climático y producción de arroz en el periodo 1 999-2 018 se muestran en la Tabla 3, reflejando que la temperatura (°C) tiene una relación positiva altamente significativa con los tres indicadores de producción de arroz, es decir, con la siembra (ha) con un $r=0,69$, con la cosecha (ha) con un $r=0,618$ y con la producción (t) con un $r=0,591$, implicando que ejerce influencia sobre ellos.

La humedad relativa (%) presenta una relación negativa significativa con sólo dos indicadores de producción de arroz, es decir, con siembra (ha) se tiene un $r= -0,477$ y cosecha (ha) con un $r= -0,495$, implicando también influencia negativa sobre ellos.

Finalmente se registra que la precipitación pluvial (mm) no tiene ninguna relación con los indicadores de producción de arroz, determinando que no ejerce influencia sobre ellos.

$$CD = r^2 \times 100\%$$

Por lo tanto tenemos:

1. Para $r=0,690$ $CD=47,6\%$

Interpretación: Existe asociación entre temperatura y siembra del 47,6 %; es decir la variable dependiente presenta una variación del 47,6% debajo de la media porcentual debido a la temperatura. Existiendo un ajuste casi medio en el trabajo de investigación ya que r^2 es ≥ 0 pero $0 \leq 1$.

2. Para $r=0,618$ $CD=38\%$

Existe asociación entre temperatura y cosecha del 38 %, es decir, la cosecha presenta una variación del 38% debido a la temperatura mostrando una asociación ligeramente débil.

3. Para $r=0,591$ $CD=35\%$

Existe asociación entre temperatura y producción del 35%, es decir, la producción presenta una ligera variación del 35% debajo de la media porcentual debido a la temperatura.

3.2. Discusiones

Rodríguez (2015), en los resultados obtenidos de su investigación concluyen que las precipitaciones tienen una relación positiva para la producción en el cultivo de arroz de riego, esto es coherente, dado que este cultivo tiene una gran dependencia para su crecimiento de un alto afluente de agua, por cada 1% que aumente las precipitaciones la producción del cultivo de Arroz de riego aumenta en un 11%; entendiéndose que esta investigación del autor mencionado líneas arriba se llevó a cabo en el departamento de Cundinamarca, provincia del Alto Magdalena-Colombia que en promedio, durante el período de análisis la temperatura máxima media más alta fue 31,037 °C Para el contexto de la investigación en la provincia Moyobamba se pudo consignar que efectivamente la precipitación tiene una influencia en el cultivo de arroz debido a que la mayor precipitación (1 674 mm) se dio en el año 2 015 tal efecto el rendimiento en ese año fue de 8 tn/ha lo cual hubo un incremento de 1,5 tn/ha que representa el 23 % en relación al año 2 004 donde hubo la precipitación más baja (1 149,7 mm) y el rendimiento fue de 6.5 tn/ha; entendiéndose que la variable temperatura en el año 2 015 fue de 23,0 °C y en el año 2004 fue de 22,7 °C la misma que como resultado estadístico

en la presente investigación tiene una relación positiva altamente significativa con los 3 indicadores de producción de arroz.

Pero resultan discutibles las conclusiones estadísticas del cruce de datos para el caso de precipitación pluvial como variable de estudio en el contexto del periodo de estudio (1999 – 2018), que no tiene ninguna relación con los indicadores de producción de arroz, determinando una influencia nula sobre ello. Esto sucede porque con respecto a la precipitación no hay una relación directa en el rendimiento debido a que el cultivo de arroz en el Alto Mayo se cultiva bajo riego por inundación por gravedad de los ríos y no depende de las precipitaciones. Lo que si es que cuando no hay precipitaciones el cauce de los ríos disminuyen y no se siembra todas las áreas en una determinada zona.

Según Seo & Mendelsohn (2007), en su investigación encontraron que tanto la temperatura como la precipitación afecta los cultivos de los agricultores de América Latina. Las predicciones del impacto del cambio climático deben reflejar no solo cambios en rendimientos o ingresos netos por cultivo, pero también cambio de cultivos. Para el contexto de la investigación en la provincia Moyobamba se pudo consignar que la temperatura °C tiene una relación positiva altamente significativa con los tres indicadores de producción de arroz, es decir, con la siembra (ha) con un $r=0,69$, con la cosecha (ha) con un $r=0,618$ y con la producción (t) con un $r=0,591$, implicando que ejerce influencia sobre ellos. Con respecto a la temperatura influye directamente en el rendimiento, las altas temperaturas producen esterilidad de las espigas y de igual manera hace que el ciclo tecnológico del cultivo disminuya por lo cual la planta no realiza o completa su etapa reproductiva con normalidad.

Gonzales, Castro, Morejón & Cárdenas (2004) en su artículo señalan que como resultado de su investigación el vaneo se relaciona con la humedad relativa que en los años en que se realizó el estudio resultaron ser muy lluviosos, factor que ayudó a mantener altos los valores de humedad en el ambiente. Se puede apreciar la relación entre el factor climático y el síndrome, cuando la humedad relativa alcanzó valores por encima de 80 %, que fue cuando se produjeron los mayores picos porcentuales de vaneo, coincidiendo con las altas temperaturas y cuando la humedad disminuyó en los primeros meses del año coincidió con los menores valores del vaneo. Entendiendo que el contexto del estudio para generar el artículo en mención se ubica geográficamente áreas de la

Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Para el contexto de la investigación en la provincia Moyobamba se pudo consignar que la humedad relativa (%) presenta una relación negativa significativa con sólo dos indicadores de producción de arroz, es decir, con siembra (ha) se tiene un $r = -0,477$ y cosecha (ha) con un $r = -0,495$, implicando también influencia sobre ellos. Esto sucede porque con respecto a la Humedad Relativa es un problema porque la planta no realiza su floración antes (floración) el polen no es viable. Además, la humedad relativa indirectamente causa problema porque es una condición para la proliferación de hongos Fito patógenos por ende causan daño en hojas y espiga del arroz bajando el rendimiento.

Ministerio de Agricultura y Riego (2015), señala que se han incrementado en mayor medida las hectáreas dedicadas a cultivos permanentes (158%), en tanto que las destinadas a cultivos transitorios se han reducido en un 6%. Además, se ha registrado una fuerte expansión de pastos manejados (148%) y de la superficie considerada como montes y bosques (21%). En conjunto, ha habido una expansión de la frontera agrícola de más de 1,5 millones de hectáreas, con la mayor parte caracterizada por el riego, los cultivos permanentes y los pastos manejados. Para el contexto de la investigación al año 2 000, la provincia Moyobamba, tenía el 23,15% de su territorio sin bosques (90 597,91 ha). Entre el período 2 001 y 2 017 fueron perdidos 58 365,71 ha de bosques (14,91% del área total de la provincia). Sin embargo, se muestra una tendencia a la reducción desde el año 2 012. Si bien al año 2 017 Moyobamba conserva poco más del 60% de su territorio con cobertura boscosa esto es en efecto a políticas territoriales aplicables como son la creación de ZOCCRE, reforestación y áreas de comunidad nativas. Según datos oficiales del GORE San Martín, se pasó de contar con poco más de 12 mil ha en 2 005 a 29 000 ha en 2 018, lo que indica un crecimiento del 137% en apenas 13 años. Así si la pérdida de bosques entre 2 005 y 2 017 fue de 49 220,50 ha apenas 17 012,56 (34,5%) fueron destinados al cultivo de arroz.

CONCLUSIONES

- La precipitación pluvial (mm) no tiene ninguna relación con los indicadores de producción de arroz, determinando una influencia nula sobre ellos. Sus promedios anuales y su variación porcentual en el período estudiado, al respecto los valores más altos se presentan indistintamente en el año 2 015 (1 674 mm), los valores más bajos en el año 2004 (1 149,7 mm). Siendo los períodos más relevantes 2 001/2 002 que sufre una disminución de 27% pasando de una precipitación pluvial de 1 617,1 mm del año 2 001 a 1 186,7 mm en el año 2 002, igualmente en el período 2 015/2 016 disminuye un 20% pasando de precipitación pluvial de 1 674 mm del año 2 015 a 1 334,8 mm en el año 2 016, así mismo, en el sentido positivo se tiene en el período 2002/2003 aumenta la precipitación pluvial en 21%, pasando de 1 186,7 mm el año 2 002 a 1 435,3 mm en el año 2 003.
- La temperatura (°C) tiene una relación positiva altamente significativa con los tres indicadores de producción de arroz, es decir, con la siembra (ha) con un $r=0,69$, con la cosecha (ha) con un $r=0,618$ y con la producción (t) con un $r=0,591$, implicando que ejerce influencia sobre ellos. El comportamiento de los promedios anuales y su variación porcentual en el período de estudio, las temperaturas más altas se registraron en el año 2 016 (23,5°C), las temperaturas más bajas fueron en el año 1 999 (22,2 °C). Siendo los períodos que muestran una leve variación porcentual el de 2 009/2 010 que tiene un incremento de 2,9% pasando de una temperatura de 22,7 °C del año 2 009 a 23,4 °C en el año 2 010, igualmente en el período 2 016/2 017 disminuye un 2.0% pasando de una temperatura de 23,5 °C del año 2 016 a 23,0 °C en el año 2 017; pero en general el rango de variación porcentual anual de la temperatura es como máximo 3 puntos porcentuales.
- Los promedios anuales de la humedad relativa (%) presenta una relación negativa significativa con sólo dos indicadores de producción de arroz, es decir, con siembra (ha) se tiene un $r= -0,477$ y cosecha (ha) con un $r= -0,495$, implicando también influencia sobre ellos. Su variación porcentual en el período estudiado, al respecto los valores más altos se presentaron en el año 2 001 (84,8%), el valor más bajo registra en el año 2 010 (80,8%); lo más saltante ocurre el período 2 009/2 010 que

sufre una disminución de 2,8% pasando de una humedad relativa de 83,1% del año 2 009 a 80,8% en el año 2 010, igualmente en el período 2 015/2 016 disminuye un 2,3% pasando de una humedad relativa de 83,4% en el año 2015 a 81,5% en el año 2 016, así mismo, en el sentido positivo se tiene que en el período 2 016/2 017 aumenta la humedad relativa en 1,8%, pasando de una humedad relativa de 81,5% en el año 2 016 a una de 83,0% del año 2 017.

- Las variaciones anuales de las cantidades de toneladas de producción de arroz, coincide con las hectáreas cosechadas; así en los períodos: 1 999/2 000 disminuye en 21%, en 2 001/2 002 existe un incremento del 24%; en el transito del 2 003/2 004 el incremento de 47% representa la más alta variación de un período bianual; en el período de 2 006/2 007 se tiene una disminución del 26%, entre 2 007/2 009 se incrementa fuertemente en un 55% en dos años, para luego caer un 26% al año 2 010; entre el 2 012 al año 2 016 se tienen variaciones mínimas, pudiendo considerarse la actividad de producción de arroz homogénea; finalmente en el período de 2 016/2 017 se incrementa en un 40% el número de hectáreas cosechadas, para disminuir un 17% al año 2 018. En general la variación porcentual anual de la actividad de hectáreas cosechadas es muy heterogénea, presentando una alta variabilidad.
- El análisis multitemporal del comportamiento del incremento de la frontera agrícola de cultivo del arroz y la presión que sufre el bosque, se presenta de la siguiente manera: Al año 2 000, la provincia Moyobamba, tenía el 23,15% de su territorio sin bosques (90 597,91 ha). Entre el período 2 001 y 2 017 se perdieron 58 365,71 ha de bosques (14,91% del área total de la provincia), siendo el 2 010 el año con mayor pérdida con 7 931,7 ha de bosques. Sin embargo, se muestra una tendencia a la reducción desde el año 2 012. Si bien al año 2 017 Moyobamba conserva poco más del 60% de su territorio con cobertura boscosa, es importante destacar que la mayor parte de la pérdida boscosa se dio en espacios mayoritariamente menores a 50 ha. Así si la pérdida de bosques entre 2 005 y 2 017 fue de 49 220,50 ha apenas 17 012,56 (34,5%) fueron destinados al cultivo de arroz.

RECOMENDACIONES

- ✓ Al Gobierno Regional de San Martín se recomienda establecer políticas claras y objetivas de uso y ocupación del espacio físico del territorio con actividades articuladas a nivel provincial y regional, que transversalmente involucre y comprometa la participación activa de los sectores de gobierno.
- ✓ Al Ministerio de Agricultura y Riego se recomienda implementar programas y/o proyectos de mejoramiento tecnológico del cultivo de arroz para mejorar la productividad por hectárea y disminuir el avance de la frontera agrícola.
- ✓ A la Municipalidad Provincial de Moyobamba se recomienda implementar un sistema de gestión de zonas de conservación en la provincia con enfoque de micro cuenca, a escalas de trabajo, que permitan tomar decisiones de inversión, con riesgos controlados.
- ✓ A la Autoridad Regional Ambiental del Gobierno Regional de San Martín se recomienda realizar el monitoreo constante de los procesos de ampliación de la frontera agrícola versus la presión que sufren los bosques, implementado una base de datos asociado a cartografía con actualización permanente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, V. 2005. *El Cambio Climático y la Costa Argentina del Río de la Plata*. Buenos Aires : Fundación Ciudad, 2005.

Barros, V., Menéndez, Á. y Nagy, G. 2005. *El Cambio Climático en el Río de la Plata*. Buenos Aires : s.n.

Brooks, Nick y Adger, W. Neil. 2003. *Country level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaptation to climate change*. Reino Unido : Tyndall Centre, 2003.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2005. *Morfología de la Planta de Arroz*. Cali : s.n., 2005.

CIIFEN. 2017. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. *Variabilidad Climática y Extremos*. [En línea] 2017. http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=article&id=573%3Avariabilidad-climatica-y-extremos&catid=98%3Acontenido-1&Itemid=131&lang=es.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2010. *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2010*. Santiago de Chile : Naciones Unidas, 2010.

Counce, Paul, Keisling, Terry y Mitchell, Andrew. 2000. *A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development*. 2000. págs. 436 - 443.

DeConceptos. Concepto. *Efecto*. [En línea] <https://deconceptos.com/general/efecto>.

Dirección Regional de Agricultura San Martín. 2016. *Diagnostico de la cadena de valor del cultivo de arroz y maíz*. 2016.

EcuRed. Conocimiento con todos y para todos. *Producción agrícola*. [En línea] https://www.ecured.cu/Producci%C3%B3n_agr%C3%ADcola.

El Peruano. 2018. Nomas Legales. *Ley 30754*. [En línea] 2018. <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-marco-sobre-cambio-climatico-ley-n-30754-1638161-1/>.

Franquet, Josep. 2018. *El Nuevo Sistema de Simbra en Seco del Arroz*. Tortosa : s.n., 2018.

Gobierno regional de San Martín. 2007. Infraestructura de Datos Espaciales de la Region San Martín. *Geoportal de la IDER San Martín*. [En línea] 2007. [Citado el: 15 de agosto de 2019.] <https://geoportal.regionsanmartin.gob.pe/>.

Gonzales, Fernando. 2016. Blogspot. *Arroz*. [En línea] 9 de Julio de 2016. <http://dat1960.blogspot.com/2016/07/morfologia-taxonomia-y-fisiologia-de-la.html>.

INEC. 2015. Contraloría General de la República de Panamá. *Glosario*. [En línea] 2015. <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P3731glosario.pdf>.

infoAgro. Diccionario agrícola. *Cultivo*. [En línea] http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=227&idt=1.

—. Diccionario agrícola. *Cosecha*. [En línea] http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp.

Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. 2009. *Cambio Climático El Impacto en la Agricultura y Costos de Adaptación*. Washington D.C : s.n., 2009.

Inzunza, Juan Carlos. 2007. Humedad en la atmósfera. *Meteorología Descriptiva*. Concepción : s.n., 2007, págs. 113-147.

IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. IPCC. Valencia : s.n., 2007. Informe de evaluación.

—. **2013.** *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. United Kingdom and New York : s.n., 2013. pág. 1535.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. Andina Agencia Peruana de Noticias. *Noticias*. [En línea] Editora Perú, 19 de noviembre de 2018. [Citado el: 11 de Febero de 2019.] <https://andina.pe/agencia/noticia-minagri-advierte-aumento-area-sembrada-arroz-san-martin-733263.aspx>.

—. **2015.** *Lineamientos de Política Agraria*. Lima : s.n., 2015.

—. **2012.** *Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario Periodo 2012-2021*. Lima : s.n., 2012.

Ministerio del Ambiente. 2009. *Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú.* Lima : s.n., 2009.

—. **2012.** *Documento de balance en relación a la gestión del cambio climático en el país.* Lima : Fondo editorial del MINAM, 2012.

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. 2008. *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de los Sistemas Recursos Hídricos y Agricultura en la Cuenca No. 64.* Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua : Oficina Nacional de Desarrollo Limpio, 2008. Proyecto .

—. **2007.** *Síntesis de Estudios de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático.* Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala : Carlos Mansilla, 2007. Proyecto.

Naciones Unidas. 1992. *Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático.* Nueva York : s.n., 1992.

Palomino, Luis. 2014. *Producción de arroz en San Martín genera más de US\$ 100 millones al año en ventas.* [entrev.] Andina. 11 de 2 de 2014.

Recalde, S., y otros. 2013. *Cambio Climático.* Buenos aires : Ministerio de Educación de la nación, 2013.

RELACIÓN DEL VANEADO DEL GRANO EN VARIETADES DE ARROZ (Oryza sativa L.) CON LAS VARIABLES CLIMÁTICAS TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.

González, Madelín, y otros. 2004. La Habana : s.n., 2004, Cultivos Tropicales.

Rodríguez, M, Benito, C y Portela. 2004. *Meteorología y Climatología.* s.l. : Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, 2004.

Rodríguez, Maira. 2015. *Incidencia de las variables climáticas en los rendimientos de los cultivos transitorios en la provincia del Alto Magdalena 1992-2013.* Universidad Santo Tomás. Bogotá : s.n., 2015. Tesis.

Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2003. *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oryza sativa).* Comayagua : s.n., 2003.

Seo, Niggol y Mendelsohn, Robert. 2007. *An Analysis of Crop Choice: Adapting to Climate Change in Latin American Farms.* Banco Mundial. Washington, DC : s.n., 2007. Política, Documento trabajo de investigación.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2014. *El fenómeno El Niño en el Perú*. Lima : s.n., 2014.

Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2017. San Martín: Monitoreo preventivo en cultivos de arroz. *SENASA Contigo*. [En línea] 28 de Septiembre de 2017. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/san-martin-monitoreo-preventivo-en-cultivos-de-arroz/>.

Torres, Juan, Tenorio, Alfonso y Gómez, Anelí. 2008. *Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático*. Lima : Soluciones Prácticas-ITDG, 2008.

U.S. Agency for International Development. 2010. *Arroz Negocio Creciente*. Paraguay : s.n., 2010. Informe especial.

UNISDR. 2004. United Nations Office Disaster for Risk Reduction. *Campaign*. [En línea] 2004. <https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page8-spa.pdf>.

Universidad del Istmo - Sede Penonomé. 2012. Cultivo de arroz *Oryza sativa*. *Requerimientos agro-ecológicos*. [En línea] 21 de Agosto de 2012. <http://cultivodearrozoryzasativa.blogspot.com/2012/08/requerimientosagro-ecologicos-para-el.html>.

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 2010. *Escenarios climáticos para el Estado de Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez : s.n., 2010.

ANEXOS

Anexo A: Panel fotográfico

Fotografía 1: Encuesta a agricultor de la Comisión de Regantes “Huascayacu”



Fotografía 2: Encuesta a agricultores de la Comisión de Usuarios de Agua “Los Independientes – Soritor”



Fotografía 3: Encuesta a agricultor del Sub Sector Hidráulico Avisado



Fotografía 4: Encuesta a agricultor del Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba

Anexo B: Recopilación de datos

Solicitud al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú



Tarapoto, 25 de enero de 2019

SEÑOR:**Ing. M.Sc. Daniel Enrique Sánchez Laurel**
Director de la Dirección Zonal 9 SENAMHI**ASUNTO: SOLICITO INFORMACIÓN SOBRE DATOS METEOROLÓGICOS**

De mi especial consideración:

En mi calidad de tesista, como ex alumna de la facultad de ecología, de la carrera profesional de ingeniería ambiental – Universidad Nacional de San Martín, me dirijo a Usted para solicitar información sobre datos meteorológicos (Temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media, precipitación, pluviosidad, humedad relativa, heliofanía), de la provincia Moyobamba, que contemple la serie histórica entre los años (1996 - 2018).

Dicha información será de suma importancia para la construcción de resultados de mi proyecto de investigación denominado "Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia de Moyobamba Región San Martín" el mismo que está siendo monitoreado y supervisado por la facultad de ecología.

Sin más que agregar y agradeciendo su buena acogida y pronta respuesta.
Atentamente,


Luz Elena Lopez Castillo

DNI 76162037

Cel 948185992

Adjunto copia de resolución N° 075-2018-UNSM / CFT / FE

Solicitud a la Dirección Regional de Agricultura San Martín



SOLICITUD DE INFORMACIÓN DE ESTADISTICA AGRARIA	N° de Registro <u>001</u>
--	------------------------------

I. PERSONAL RESPONSABLE DE ATENDER LA SOLICITUD:

Sr. Aquiles Hidalgo Coral

II. DATOS DEL SOLICITANTE:

APELLIDOS Y NOMBRES/ RAZON SOCIAL		DOCUMENTO DE IDENTIDAD D.N.I./L.M.J.C.E./OTRO	
<u>López Castillo Luz Elena</u>		<u>76162037</u>	
DOMICILIO			
AV/CALLE/Jr/PSJ:	<u>Fonavi HZ E H 11</u>		
N°/DPTO/INT			
Distrito	<u>Morales</u>	Provincia	<u>San Martín</u>
Urbanización		Departamento	<u>San Martín</u>
Teléfono	<u>948185492</u>	Email	<u>Elenalopezcastillo@gmail.com</u>

III. INFORMACIÓN SOLICITADA Y PARA QUE FIN

Estadística agrícola de siembra y cosecha, serie histórica (1996-2018)
Fin a investigación, trabajo de tesis "Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia de Moyabamba Región San Martín"

IV. DEPENDENCIA A LA CUAL SOLICITA.

Oficina de planeamiento y estadística agraria - Área de estadística Agraria

V. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (marcar con una "X")

Copia Simple	CD	Correo Electrónico	Otros
			<u>USB</u>

 FIRMA DEL SOLICITANTE	FECHA Y HORA DE RECEPCION 14 ENE. 2019
---------------------------	---

OBSERVACIONES

Anexo C: Base de datos SENAMHI

ESTACIÓN CO "MOYOBAMBA "

TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996	28.1	27.1	27.4	27.5	28.6	28.5	28.9	27.9	28.9	28.5	29.1	27.2	28.1
1997	27.7	26.4	27.3	28.2	27.4	27.9	29.3	27.9	29.7	29.7	28.4	27.4	28.1
1998	27.9	29.3	28.7	28.8	28.9	27.9	28.8	29.7	29.1	29.1	29.1	29.0	28.9
1999	26.9	27.3	27.7	27.2	27.0	27.4	27.1	27.9	28.7	29.0	29.0	28.0	27.8
2000	27.3	27.0	27.4	27.0	28.0	27.6	27.1	28.1	28.5	28.4	29.8	27.8	27.8
2001	26.9	25.9	27.1	28.1	28.1	27.1	27.5	28.4	28.3	29.1	28.8	28.6	27.8
2002	28.0	27.3	27.9	27.8	27.7	28.2	27.2	28.2	29.4	28.6	27.6	27.4	27.9
2003	27.4	27.3	27.7	28.1	27.4	27.4	27.7	28.6	29.2	30.1	29.6	27.7	28.2
2004	29.2	28.9	27.7	28.5	28.8	26.9	27.2	28.5	28.2	29.3	29.1	28.4	28.4
2005	29.2	28.1	28.5	28.3	28.9	29.0	28.6	29.3	29.5	28.7	29.1	28.2	28.8
2006	27.9	27.5	27.6	28.5	29.0	29.4	28.8	29.1	29.4	29.7	28.9	28.0	28.7
2007	27.4	28.5	27.5	27.9	28.7	29.6	28.6	29.5	28.4	28.9	28.3	28.4	28.5
2008	27.1	27.3	27.4	28.1	28.2	28.5	27.8	29.4	28.7	28.5	29.1	29.2	28.3
2009	27.3	27.2	27.2	28.1	28.3	28.5	28.4	29.6	29.0	29.8	29.8	28.7	28.5
2010	28.7	29.3	29.5	29.5	28.7	29.1	29.2	30.6	30.7	30.1	29.1	28.8	29.4
2011	28.4	27.8	27.5	28.4	28.7	28.8	28.7	30.7	29.3	29.5	29.4	27.9	28.8
2012	28.0	26.6	27.8	28.4	28.4	28.3	28.8	30.4	29.3	28.9	29.9	28.5	28.6
2013	27.9	27.9	28.9	29.6	28.7	27.6	28.3	28.5	29.7	29.2	29.8	28.6	28.7
2014	27.8	26.7	27.8	27.9	28.9	28.6	29.0	29.0	29.0	29.2	29.4	27.9	28.4
2015	26.9	28.4	28.3	28.1	27.7	28.0	28.6	29.5	30.6	30.4	30.1	28.2	28.7
2016	31.2	28.3	28.8	29.1	29.0	28.1	29.1	29.9	29.6	29.6	30.9	28.9	29.4
2017	27.4	28.0	27.8	28.7	28.8	28.4	28.6	30.0	29.0	29.3	29.3	28.4	28.6
2018	27.1	27.4	27.7	27.9	28.6	28.1	28.7	28.5	30.0	28.4	28.9	26.8	28.2

TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996	18.7	18.9	19.1	18.8	18.3	17.4	16.4	17.4	18.1	18.7	18.7	18.7	18.3
1997	19.2	18.9	19.3	19.0	18.6	18.0	17.2	17.5	18.3	18.9	19.7	19.6	18.7
1998	19.8	20.1	20.3	20.3	18.7	17.7	17.0	17.8	17.9	19.3	19.5	19.3	19.0
1999	19.4	19.2	19.0	18.4	18.6	18.4	16.8	16.3	17.8	17.9	18.9	19.2	18.3
2000	19.1	18.4	18.6	18.5	18.8	18.6	17.2	17.3	18.0	18.5	19.3	19.2	18.5
2001	18.4	18.4	18.4	18.7	18.7	17.3	17.7	17.1	17.7	18.8	19.2	19.6	18.3
2002	18.8	19.3	18.8	19.4	19.0	17.6	17.8	17.0	18.0	18.9	19.0	19.2	18.6
2003	19.2	19.2	19.0	19.0	18.6	18.4	16.9	17.2	17.8	18.8	19.2	19.5	18.6
2004	19.3	18.8	19.5	19.3	19.0	17.5	17.6	16.7	17.1	18.9	19.6	19.5	18.6
2005	19.2	19.5	19.4	19.4	19.0	18.3	16.7	17.0	17.6	18.8	19.4	19.3	18.6
2006	19.1	19.2	19.0	18.9	17.9	18.1	17.2	17.4	17.7	19.5	19.5	19.3	18.6
2007	19.2	19.1	18.6	18.8	18.5	18.1	17.2	17.6	17.6	18.8	19.0	19.4	18.5
2008	18.7	19.0	18.9	18.8	18.3	18.2	17.7	17.9	17.7	18.6	19.4	19.2	18.5
2009	19.1	19.1	19.2	19.2	19.0	17.9	18.0	18.2	18.5	19.0	19.9	19.5	18.9
2010	18.6	19.9	19.8	20.0	19.6	18.8	18.4	17.5	18.3	19.2	19.5	19.7	19.1
2011	19.4	18.9	19.5	19.1	19.2	18.7	17.9	17.6	18.3	19.5	19.5	19.7	18.9
2012	19.2	19.1	19.0	19.1	18.5	17.5	17.3	18.0	17.7	19.0	19.5	20.0	18.7
2013	19.6	19.4	20.0	19.0	19.7	18.7	17.4	17.9	18.0	19.2	19.5	19.4	19.0
2014	19.3	19.1	19.4	19.2	19.5	18.9	18.0	17.8	18.1	18.7	20.0	19.7	19.0
2015	18.9	19.7	19.2	19.2	19.1	17.9	18.1	18.3	18.4	19.5	20.2	19.4	19.0
2016	20.3	20.2	20.4	20.0	19.5	18.3	18.0	17.8	18.5	19.3	19.9	19.4	19.3
2017	19.5	19.6	19.4	19.3	19.4	18.9	17.3	18.3	18.3	19.1	19.9	19.6	19.1
2018	18.9	19.3	19.2	19.5	19.5	18.2	17.9	17.7	18.6	19.9	20.2	19.5	19.0

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996	22.7	22.2	22.6	22.2	22.7	22.3	22.2	22.1	22.6	22.8	23.3	22.3	22.5
1997	23.0	21.8	22.4	22.7	22.2	22.4	22.5	22.1	23.2	23.6	23.3	22.6	22.7
1998	23.0	24.0	23.6	23.6	23.0	22.1	22.3	23.1	22.8	23.3	23.6	23.5	23.2
1999	22.2	22.1	22.6	21.9	21.8	21.9	21.2	21.5	22.3	22.6	23.1	22.9	22.2
2000	22.4	22.0	22.2	21.9	22.6	22.1	21.3	22.1	22.2	22.6	24.0	22.6	22.3
2001	22.0	21.5	21.9	22.5	22.6	21.3	21.6	22.1	22.3	22.8	23.2	23.2	22.3
2002	22.8	22.4	22.5	22.8	22.4	22.2	21.5	22.0	23.0	22.8	22.4	22.6	22.5
2003	22.6	22.5	22.7	22.7	22.3	22.1	21.7	22.4	22.8	23.6	23.6	22.8	22.7
2004	23.8	23.1	22.6	23.0	23.1	21.5	21.6	22.1	22.0	23.4	23.4	23.0	22.7
2005	23.8	23.0	23.2	22.8	23.0	22.8	22.2	22.7	22.7	22.4	23.4	22.8	22.9
2006	22.5	22.3	22.3	22.8	22.6	23.0	22.4	22.7	22.8	23.3	23.2	23.0	22.7
2007	22.4	23.3	22.0	22.4	22.8	23.0	22.3	22.8	22.2	22.9	22.6	23.0	22.6
2008	22.2	22.2	22.3	22.6	22.3	22.2	21.9	22.7	22.4	22.6	23.2	23.4	22.5
2009	22.3	22.3	22.2	22.4	22.4	22.2	22.4	22.9	22.7	23.4	24.0	23.2	22.7
2010	23.0	23.5	23.6	23.6	23.3	23.1	22.9	23.3	23.5	23.9	23.3	23.3	23.4
2011	23.0	22.9	22.5	22.8	23.2	22.8	22.5	23.6	22.8	23.6	23.6	22.9	23.0
2012	22.8	22.0	22.3	22.7	22.6	22.2	22.3	23.5	22.7	23.1	24.1	23.2	22.8
2013	22.9	22.6	23.2	23.4	23.1	22.2	22.2	22.4	23.2	23.2	23.9	23.4	23.0
2014	22.7	22.1	22.6	22.5	23.1	22.9	22.4	22.7	22.6	23.0	23.9	22.9	22.8
2015	22.0	23.1	22.7	22.7	22.5	22.3	22.6	23.1	23.7	23.8	24.2	22.8	23.0
2016	25.1	23.0	23.4	23.5	23.4	22.4	22.9	23.1	23.1	23.5	24.6	23.4	23.5
2017	22.5	23.0	22.5	22.9	23.0	22.8	22.3	23.4	22.8	23.2	24.1	23.3	23.0
2018	22.3	22.8	22.4	22.7	23.1	22.4	22.5	22.3	23.3	23.1	23.7	22.3	22.7

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (m.m.)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1996	119.9	193.8	134.8	114.5	58.3	42.8	11.5	99.7	70.8	197.5	141.9	187.1	1372.6
1997	84.4	280.9	86.9	102.6	100.8	47.3	30.4	72.8	126.4	86.5	151.3	159.2	1329.5
1998	136.7	83.4	110.9	133.9	166.0	42.1	47.9	48.5	76.3	182.5	57.2	92.8	1178.2
1999	195.4	254.8	171.9	81.9	176.9	85.2	55.9	73.9	44.3	189.8	166.1	107.7	1603.8
2000	154.3	185.4	151.8	161.9	58.0	40.8	65.7	95.6	134.2	111.3	44.1	234.4	1437.5
2001	79.5	156.3	266.5	164.2	114.3	52.3	56.0	112.6	120.4	232.6	78.3	184.1	1617.1
2002	106.0	138.9	167.5	181.4	87.3	29.7	123.6	24.3	24.8	60.4	135.7	107.1	1186.7
2003	188.6	113.8	142.9	43.8	224.3	115.4	32.5	64.9	92.1	117.9	71.1	228.0	1435.3
2004	54.2	96.2	125.0	89.7	110.9	38.8	69.9	38.6	103.0	115.6	209.9	97.9	1149.7
2005	77.6	235.7	98.2	159.7	71.4	52.4	47.3	20.5	66.6	150.0	198.6	154.3	1332.3
2006	136.5	192.9	166.6	70.9	34.2	31.1	43.4	103.6	98.7	150.9	102.8	185.8	1317.4
2007	139.6	50.8	185.1	147.6	110.5	16.1	33.9	109.6	123.5	140.1	200.8	161.2	1418.8
2008	94.2	206.8	224.6	90.4	75.4	100.5	53.1	30.9	119.0	165.4	106.7	129.9	1396.9
2009	204.9	164.0	97.3	167.4	115.1	94.3	58.4	41.9	117.4	108.3	69.4	45.8	1284.2
2010	53.9	184.2	109.4	129.0	144.1	55.5	62.9	33.2	79.0	104.9	123.5	112.6	1192.2
2011	75.2	106.2	288.5	86.2	30.7	44.8	63.2	23.2	79.2	129.5	144.9	225.0	1296.6
2012	150.2	132.4	237.3	166.2	82.5	63.7	34.4	50.9	80.0	137.0	88.2	152.9	1375.7
2013	137.9	105.4	307.8	105.2	117.7	39.7	50.1	138.5	114.5	113.0	88.8	112.8	1431.4
2014	192.4	133.3	255.4	210.6	59.5	73.4	52.1	82.1	63.0	187.6	169.8	193.9	1673.1
2015	216.5	162.5	220.3	146.3	114.5	42.7	96.9	82.3	40.7	141.2	167.4	242.7	1674.0
2016	66.6	212.4	180.8	184.9	96.1	43.0	26.6	59.5	146.9	107.7	42.4	167.9	1334.8
2017	170.7	241.1	104.7	41.5	138.9	196.9	19.4	95.6	106.1	114.0	149.4	95.1	1473.4
2018	220.3	148.0	150.5	128.9	148.1	32.9	38.2	71.5	103.5	167.4	130.9	179.0	1519.2

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996	81	86	85	86	81	78	74	80	80	83	80	84	82
1997	81	87	86	83	84	81	78	82	79	79	83	85	82
1998	85	82	85	87	83	83	80	79	80	83	81	79	82
1999	85	86	84	85	86	85	83	79	83	81	82	84	84
2000	84	84	84	87	85	85	84	83	84	83	78	85	84
2001	84	88	86	86	85	85	85	83	83	85	83	84	85
2002	84	88	85	86	87	82	86	81	80	84	85	85	84
2003	86	87	86	85	86	87	83	81	81	81	81	85	84
2004	79	81	87	84	83	84	84	80	84	83	83	84	83
2005	80	84	84	87	84	82	79	80	81	86	82	83	83
2006	86	87	87	85	79	80	80	80	81	83	82	84	83
2007	87	82	87	87	84	80	81	81	85	85	83	85	84
2008	87	86	86	85	83	82	83	80	84	83	83	79	83
2009	85	85	87	85	86	83	82	80	82	80	80	82	83
2010	79	84	83	83	84	81	79	76	79	78	82	81	81
2011	80	81	86	85	82	83	81	74	80	81	82	84	82
2012	84	86	86	86	83	82	79	74	79	83	79	83	82
2013	85	85	85	81	84	84	79	80	78	83	79	81	82
2014	84	88	86	86	84	82	82	79	82	82	81	85	83
2015	87	84	86	86	86	84	82	80	79	81	81	85	83
2016	77	88	86	85	83	81	79	79	81	81	77	81	82
2017	85	84	87	85	86	85	79	78	83	82	80	82	83
2018	85	84	87	84	83	81	84	83	81	84	82	85	84

ESTACIÓN CO "JEPOLACIO"

TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009												28.4	28.4
2010	28.2	29.0	29.4	28.7	28.2	28.1	27.6	29.7	30.0	29.9	28.8	28.6	28.9
2011	27.8	27.4	27.1	28.0	27.9	27.8	27.9	29.2	28.9	28.8	28.8	27.9	28.1
2012	27.3	25.8	27.6	27.7	27.8	27.6	28.0	29.5	29.1	28.6	29.5	27.8	28.0
2013	27.6	27.3	28.2	29.0	28.1	27.6	27.7	27.8	29.3	29.0	29.2	28.0	28.2
2014	27.0	26.1	25.2	25.5	24.5	24.2	25.0	25.1	25.0	26.2	28.3	27.0	25.8
2015	26.6	27.8	27.4	27.3	27.1	27.3	27.5	28.5	29.1	29.3	29.2	27.0	27.8
2016	29.0	27.3	27.3	27.9	27.6	26.0	27.5	29.1	29.3	29.0	29.6	27.7	28.1
2017	26.6	26.5	26.5	26.6	27.3	26.6	26.6	28.0	27.4	26.4	26.9	26.3	26.8
2018	26.0	26.4	25.7	26.0	26.9	26.3	26.3	26.9	27.2	26.1	26.0	26.4	26.4

TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009												18.6	18.6
2010	17.6	18.1	17.8	17.9	17.9	16.6	16.4	14.9	16.0	17.1	18.2	18.1	17.2
2011	17.9	17.4	18.1	17.2	17.3	16.9	15.5	14.8	16.0	17.7	17.8	18.1	17.1
2012	17.6	17.4	17.1	17.6	16.3	15.3	15.1	15.7	15.3	17.3	17.8	18.7	16.8
2013	17.9	17.9	18.6	16.7	17.8	16.6	14.9	16.0	16.0	17.4	18.0	18.1	17.2
2014	18.2	18.1	18.5	17.7	18.1	17.4	16.3	16.1	15.1	16.3	17.8	17.5	17.3
2015	17.2	18.0	17.3	17.1	17.2	15.6	17.0	16.7	17.0	18.1	19.0	18.0	17.4
2016	18.7	19.1	18.9	18.5	17.5	16.6	14.7	16.7	16.4	18.1	17.4	17.1	17.5
2017	17.1	17.6	17.1	16.9	16.8	16.1	13.9	14.7	15.2	15.3	15.2	15.3	15.9
2018	15.4	15.3	15.4	14.8	15.7	15.7	15.7	15.8	15.9	15.8	15.7	15.9	15.6

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009												23.0	23.0
2010	21.8	22.7	22.4	22.3	22.1	21.3	21.2	22.0	22.4	23.3	22.7	23.3	22.3
2011	22.3	22.2	22.0	22.2	22.2	21.8	21.5	21.7	22.0	22.8	22.9	22.8	22.2
2012	22.4	21.6	22.3	22.5	22.5	21.7	21.3	22.4	21.8	22.5	23.2	22.6	22.2
2013	22.3	22.1	22.7	22.6	22.4	21.6	21.0	21.5	22.2	22.8	23.2	22.8	22.3
2014	22.1	21.5	21.5	21.2	21.1	20.6	20.7	20.9	20.6	21.3	22.6	21.5	21.3
2015	21.5	22.4	21.9	21.6	21.6	21.2	22.2	22.0	22.4	22.9	23.2	21.9	22.1
2016	23.6	22.2	22.4	22.6	22.0	20.9	21.3	22.8	22.3	22.8	23.3	22.5	22.4
2017	21.7	22.0	22.0	22.2	22.4	21.9	21.4	22.2	22.3	21.8	22.1	22.0	22.0
2018	22.2	22.3	21.8	22.1	22.5	22.3	22.3	22.2	22.3	21.6	21.4	21.7	22.1

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (m.m.)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1996	115.5	125.7	253.9	186.6	58.8	51.4	11.0	63.5	105.0	225.5	66.8	146.8	1410.5
1997	58.2	279.6	112.9	148.0	119.7	22.8	40.0	83.7	141.9	85.0	80.9	107.3	1280.0
1998	117.0	118.0	155.0	214.9	113.6	22.0	22.6	83.7	107.4	178.7	61.7	119.5	1314.1
1999	312.3	231.9	114.9	120.5	185.5	115.7	79.8	101.5	67.0	122.5	201.5	129.7	1782.8
2000	160.8	155.8	142.5	158.8	72.2	79.8	79.0	122.7	132.0	53.6	50.8	129.6	1337.6
2001	52.1	147.9	244.0	184.8	138.9	75.5	92.4	50.7	195.1	190.0	172.8	338.7	1882.9
2002	137.2	128.8	131.6	152.6	181.0	20.0	96.5	75.8	48.9	103.7	104.7	76.3	1257.1
2003	120.5	127.7	153.6	58.4	144.9	119.8	26.5	87.6	116.0	182.2	75.7	196.8	1409.7
2004	24.0	88.6	135.3	170.3	109.3	58.7	104.2	43.0	87.5	158.2	116.2	123.7	1219.0
2005	62.0	152.6	131.4	113.2	111.0	38.5	50.1	35.8	33.5	159.7	229.3	143.7	1260.8
2006	139.2	126.6	169.8	91.6	46.5	59.4	54.2	63.9	124.6	120.3	76.6	135.0	1207.7
2007	117.3	21.1	207.8	126.7	84.9	13.5	63.2	63.6	159.5	214.8	189.7	108.3	1370.4
2008	103.0	203.0	236.9	136.8	78.3	121.0	45.0	49.9	134.0	85.4	122.6	120.6	1436.5
2009	155.5	119.9	156.1	164.8	105.5	171.7	78.8	81.9	96.7	102.0	89.4	49.0	1371.3
2010	49.4	162.0	70.0	114.6	96.4	34.1	93.4	24.0	72.6	184.2	130.6	81.7	1113.0
2011	85.0	80.6	350.2	79.4	87.0	50.8	64.6	53.8	91.5	145.9	122.4	168.3	1379.5
2012	154.9	161.9	232.9	165.0	103.4	75.5	25.6	22.3	161.1	188.6	84.1	150.0	1525.3
2013	117.2	63.9	368.5	70.7	111.7	45.9	51.0	96.2	100.6	99.4	144.9	75.5	1345.5
2014	138.9	151.8	239.9	168.7	54.4	74.9	52.0	63.9	72.8	211.9	301.6	240.4	1771.2
2015	181.1	186.8	215.1	183.1	152.9	52.5	65.6	43.7	102.2	161.4	173.6	203.5	1721.5
2016	55.8	176.9	150.5	123.0	89.7	44.9	15.2	26.9	121.5	149.8	48.8	138.7	1141.7
2017	164.4	225.7	174.8	66.3	150.4	132.2	19.8	100.2	127.0	84.4	70.6	81.5	1397.3
2018	193.2	106.6	163.6	99.3	122.8	24.6	39.0	71.5	111.5	113.2	111.4	136.7	1293.4

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009												76	76
2010	81	81	84	87	90	85	82	78	81	78	78	74	82
2011	80	80	81	80	80	80	77	75	75	78	79	76	78
2012	82	78	75	82	78	79	78	79	83	84	83	86	81
2013	86	86	85	82	86	87	83	83	83	85	85	85	85
2014	85	88	91	89	90	89	88	85	88	85	84	85	87
2015	84	86	87	88	87	87	86	84	86	85	82	86	86
2016	84	88	87	86	86	86	85	84	92	92	90	90	88
2017	88	86	87	86	89	87	89	88	90	91	91	92	89
2018	91	92	91	91	90	90	90	89	88	87	88	87	90

ESTACIÓN CO "SORITOR "

TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003								28.0	28.6	29.0	28.2	27.3	28.2
2004	28.5	28.0	27.2	28.3	28.1	26.4	26.6	27.5	27.3	28.7	28.7	27.9	27.8
2005	28.8	27.9	28.2	27.7	28.2	28.3	27.7	28.7	28.8	28.4	28.2	27.2	28.2
2006	27.3	26.9	27.2	28.1	27.9	28.0	28.2	28.4	28.5	28.5	28.0	27.2	27.9
2007	26.8	27.8	27.0	27.3	27.8	27.9	27.7	28.3	27.5	28.4	27.8	27.7	27.7
2008	26.4	27.0	26.7	27.7	27.4	27.5	27.5	28.5	27.7	28.2	28.6	28.8	27.7
2009	26.9	26.9	27.2	28.1	27.9	27.6	28.2	28.6	28.4	29.1	29.6	28.5	28.1
2010	28.4	28.9	28.6	28.7	28.3	28.3	28.3	29.2	29.3	29.3	28.7	28.4	28.7
2011	27.7	27.7	27.3	28.4	28.8	27.8	27.2	29.1	28.0	29.2	28.7	27.4	28.1
2012	26.5	25.9	27.7	27.6	27.7	27.6	28.0	29.1	28.9	28.4	29.2	27.9	27.9
2013	27.5	27.4	28.2	29.6	28.2	27.1	27.5	27.9	29.4	28.6	29.0	28.0	28.2
2014	27.2	26.8	27.1	27.5	28.7	27.9	28.1	28.5	28.5	28.9	29.0	27.6	28.0
2015	26.6	28.1	27.8	27.8	27.3	28.1	27.9	29.1	S/D	29.7	29.9	27.8	28.2
2016	30.9	28.0	28.6	29.0	28.7	28.3	28.4	30.1	S/D	29.5	30.5	28.9	29.2
2017	27.3	27.6	27.7	S/D	28.5	27.6	28.1	29.7	28.1	28.9	29.4	28.5	28.3
2018	27.3	27.3	28.0	27.8	28.4	28.1	28.0	28.1	29.6	28.2	28.4	26.7	28.0

TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003								16.8	17.0	18.2	18.6	19.0	17.9
2004	18.9	18.4	18.9	18.8	18.7	17.2	17.0	16.3	16.5	18.4	19.2	19.1	18.1
2005	19.0	18.7	19.1	18.8	18.4	17.9	16.4	16.6	17.2	18.3	19.0	18.8	18.2
2006	18.7	18.9	18.7	18.6	17.8	17.7	16.5	17.0	17.2	18.9	19.0	19.1	18.2
2007	19.0	19.0	18.1	18.2	18.5	17.6	17.0	16.8	17.1	18.1	18.3	19.0	18.1
2008	18.4	18.5	18.1	18.3	18.0	17.8	17.4	17.4	17.2	18.2	18.7	18.6	18.1
2009	18.7	18.3	18.3	18.4	18.6	17.3	17.4	17.3	17.7	18.5	19.1	18.7	18.2
2010	18.1	19.1	19.0	18.9	19.0	18.2	17.9	17.1	17.3	18.2	18.9	18.8	18.4
2011	18.6	18.6	18.9	18.5	18.7	18.4	17.0	17.3	17.1	18.7	18.6	19.0	18.3
2012	18.7	18.3	18.0	18.2	17.8	16.5	16.8	17.2	16.3	18.3	18.0	18.7	17.7
2013	18.7	18.7	19.1	18.2	18.8	17.6	16.5	17.5	17.0	18.1	18.8	18.3	18.1
2014	18.5	18.3	18.7	18.2	19.0	18.2	17.4	16.7	17.2	17.6	19.3	17.8	18.1
2015	17.9	19.0	18.3	18.6	18.1	16.7	17.4	17.3	S/D	18.6	19.3	18.3	18.1
2016	19.5	19.6	19.7	19.1	18.6	17.6	17.1	16.6	S/D	18.6	19.4	18.9	18.6
2017	19.0	19.2	18.9	S/D	18.9	18.4	16.9	17.4	17.6	18.5	19.6	18.7	18.5
2018	18.5	18.7	18.5	18.6	18.5	17.5	17.0	16.7	17.3	18.6	19.0	18.3	18.1

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003								22.0	22.8	23.8	23.3	22.8	22.9
2004	23.7	22.9	22.6	23.3	23.1	21.8	21.8	22.2	21.9	23.5	23.8	23.2	22.8
2005	24.0	23.2	23.6	23.3	23.6	23.6	22.5	22.7	22.9	23.2	23.6	23.1	23.3
2006	22.9	22.7	22.8	23.2	23.2	22.9	22.3	22.4	22.8	23.5	23.6	23.1	23.0
2007	22.7	23.4	22.1	22.6	23.2	22.6	22.4	22.6	21.9	23.1	22.9	23.0	22.7
2008	22.4	22.8	22.2	23.0	22.4	22.7	22.5	23.0	22.5	23.0	23.5	23.7	22.8
2009	22.8	22.6	22.8	23.4	23.2	22.5	23.0	23.2	23.1	23.9	24.5	23.3	23.2
2010	23.2	23.6	23.6	23.8	23.6	23.6	23.3	23.4	23.6	24.0	23.6	23.5	23.6
2011	23.1	23.1	22.8	23.3	23.3	23.0	22.5	23.4	22.8	23.8	23.7	22.8	23.1
2012	22.5	21.9	22.8	22.8	22.9	22.5	22.6	23.4	23.0	23.1	24.2	23.4	22.9
2013	23.1	23.1	23.4	23.9	23.4	22.6	22.6	22.9	23.4	23.4	23.6	23.1	23.2
2014	23.1	22.6	22.7	22.9	23.6	22.9	22.4	22.9	23.1	23.3	24.0	23.0	23.0
2015	22.3	23.5	22.9	23.1	22.9	22.9	23.0	23.4	S/D	23.9	24.1	22.9	23.2
2016	24.8	23.4	23.5	23.6	23.2	22.9	22.8	23.2	S/D	23.7	24.6	23.6	23.6
2017	22.8	23.3	23.0	S/D	23.4	23.2	22.7	23.5	23.0	23.4	23.8	23.4	23.2
2018	22.7	22.8	23.0	23.0	23.4	22.9	22.7	22.7	23.6	23.0	23.6	22.4	23.0

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (m.m.)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1996	18.0	25.0	27.0	36.0	15.3	5.0	8.0	40.2	34.0	34.0	18.0	45.0	305.5
1997	43.0	50.0	25.0	42.0	44.5	14.7	19.0	23.4	38.5	69.1	25.0	25.0	419.2
1998	44.0	43.0	25.0	65.0	24.5	37.0	15.5	56.0	21.5	51.5	34.4	16.5	433.9
1999	28.3	83.7	30.3	18.3	49.1	41.1	22.1	20.9	28.0	62.5	51.4	33.6	469.3
2000	26.3	54.4	36.2	80.2	52.7	20.2	67.2	45.8	28.7	19.2	22.0	103.0	555.9
2001	24.0	30.5	39.5	37.0	60.3	10.3	26.0	16.9	22.0	42.6	70.4	49.3	428.8
2002	23.2	34.6	54.7	88.3	42.2	36.4	35.4	16.0	30.7	42.7	55.9	19.3	479.4
2003	51.6	42.6	81.6	34.8	39.6	23.9	20.1	25.2	24.0	48.5	89.5	134.7	616.1
2004	14.1	37.6	26.5	21.1	30.1	14.9	21.6	26.6	31.8	80.8	39.4	72.8	417.3
2005	23.1	27.5	64.4	45.8	21.5	25.2	23.3	45.0	13.8	34.0	78.5	44.3	446.4
2006	32.5	44.8	72.2	24.0	17.5	13.7	24.3	59.0	38.3	33.5	21.0	39.0	419.8
2007	24.1	9.9	70.5	22.7	32.7	33.0	38.2	27.3	25.5	53.8	41.9	35.7	415.3
2008	23.1	39.2	37.8	15.8	32.2	22.2	19.8	10.8	23.1	54.8	102.0	74.2	455.0
2009	31.2	41.4	51.3	45.2	18.0	25.2	13.4	42.2	26.8	33.3	27.3	10.8	366.1
2010	22.2	61.8	21.7	70.3	20.8	11.2	36.5	11.9	28.4	41.7	41.3	38.5	406.3
2011	36.4	45.5	26.2	10.9	19.1	25.8	17.1	32.2	15.1	30.2	45.3	84.0	387.8
2012	40.1	30.1	130.6	47.7	34.9	20.2	17.8	4.2	23.2	48.8	58.4	47.4	503.4
2013	42.6	35.0	60.0	44.8	26.9	18.5	27.7	67.0	52.6	53.5	45.4	20.2	494.2
2014	25.9	23.2	51.4	74.4	41.0	40.8	27.8	29.4	35.0	61.0	40.0	40.2	490.1
2015	56.4	27.4	70.2	65.0	21.6	13.4	24.4	33.6	S/D	49.8	56.4	49.8	468.0
2016	15.8	40.6	55.4	43.4	32.8	25.6	7.0	11.2	S/D	28.0	71.4	33.2	364.4
2017	45.4	70.6	88.0	S/D	36.0	32.2	6.0	28.8	30.2	57.8	65.2	40.8	501.0
2018	39.6	140.8	36.8	30.0	50.8	10.0	20.6	41.0	28.0	26.8	67.6	28.0	520.0

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003								80	82	80	84	86	82
2004	81	84	89	85	86	91	91	89	90	90	88	89	88
2005	88	90	89	91	90	89	87	87	88	89	89	91	89
2006	91	92	92	92	90	90	89	90	90	92	90	93	91
2007	92	89	93	92	92	90	90	90	92	91	92	90	91
2008	92	92	93	90	92	90	90	88	90	89	88	87	90
2009	88	90	91	88	89	89	88	87	88	88	87	88	88
2010	85	87	87	86	87	86	84	83	82	82	86	86	85
2011	86	87	87	84	84	85	84	80	84	81	83	88	84
2012	88	88	85	85	84	84	84	78	79	83	81	85	84
2013	85	84	84	79	83	85	81	81	79	82	83	83	82
2014	83	84	84	82	81	84	84	82	80	82	83	85	83
2015	87	84	85	85	85	84	83	82	S/D	83	83	85	84
2016	81	86	86	85	86	82	82	81	S/D	83	80	82	83
2017	86	84	85	S/D	84	83	81	80	83	81	82	83	83
2018	86	86	83	84	82	80	80	80	78	83	81	85	82

S/D = No contiene datos dicho "MES"

Anexo D: Base de datos DRASAM

Información estadística del cultivo de arroz en la provincia Moyobamba																
años 1996 al año 2000																
Prov	variables	cultivo	campana	total	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
MOYOBAMBA																
	2Siembras		siembras													
		ARROZ														
			1996-97	5393	112	95	700	299	20	711	1200	1721	50	15	80	390
			1997-98	9285	607	125	2040	58	289	365	127	1020	1020	1251	524	1859
			1998-99	10778	695	2655	1650	1315	860	244	380	914	920	1110	0	35
			1999-00	8721	345	800	833	48	136	604	3102	2260	111	295	95	92
			2000-01	3725	863	1396	52	320	1094							
	4Cosechas		total		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
		ARROZ														
			1996	0								0	0	0	0	0
			1997	4014	197	274	330	0	353	735	12	1545	46	79	42	401
			1998	9259	607	113	2026	58	289	365	127	1020	1020	1251	524	1859
			1999	10778	3350	160	1825	1118	90	1126	190	854	920	924	103	118
			2000	8721	345	800	833	48	740	3102	2260	111	82	213	95	92
	5Produccion		total		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
		ARROZ														
			1996	0								0	0	0	0	0
			1997	26911.24	1083.28	1377.96	1914	0	1855	4425	78	12048	409	553	288	2880
			1998	62458	3157	791	14273	412	1580	2282	844	6941	7078	8660	3592	12848
			1999	74220.94	23486	1112	12510	7890	630	7653	1301	5766.62	6018.2	6372	681.5	800.62
			2000	58291	2367	5394.3	5559.1	316.7	4928.2	20662.8	15037.5	738.4	582	1484	614	607

Información estadística del cultivo de arroz en la provincia Moyobamba																
años 2001 a 2018																
Prov	variables	producto	campana	Total	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
MOYOBAMBA																
	2Siembras															
		ARROZ														
			2000-01	5263						636	2405	1420	485	112	133	72
			2001-02	11512	2158	1301	490	379	207	2230	1784	1407	1205	180	106	65
			2002-03	10811	895	3461	215	261	186	1898	445	2760	96	51	153	390
			2003-04	15241	1376	3415	297	57	610	1230	1400	5105	348	240	320	843
			2004-05	16823	1980	4110	239	280	1067	685	2632	3370	163	35	169	2093
			2005-06	16694	3797	700	112	57	877	2670	3492	1023	62	78	494	3332
			2006-07	12056	2230	608	217	53	74	238	2830	2110	281	48	547	2820
			2007-08	15809	2845	388	84	255	1170	2164	2621	1914	226	476	616	3050
			2008-09	19410	1832	725	943	525	1703	3167	3038	2377	396	554	1166	2984
			2009-10	16373	1981	238	99	646	1620	2571	3087	1276	406	418	1143	2888
			2010-11	15601	689	173	150	384	2913	3047	2750	1252	313	665	1175	2090
			2011-12	19451	1255	2838	667	585	1540	2572	3654	1658	455	237	403	3587
			2012-13	18461	1386	557	833	885	1894	3000	2783	1723	310	330	2287	2473
			2013-14	18922	1650	245	582	1010	2022	3205	2635	1583	772	538	2161	2519
			2014-15	18490	2109	415	524	680	2110	2602	2760	1670	782	566	1810	2462
			2015-16	17684	2274	532	393	585	1820	2393	2520	1557	902	464	1516	2728
			2016-17	23824	2729	912	423	811	1822	3641	2129	1700	1575	3026	2304	2752
			2017-18	18431	2732	818	1386	241	1732	2663	2028	1977	1068	218	976	2592
			2018-19	4261	2830	939	198	294								
			años	total	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
	4Cosechas															
		ARROZ														
			2001	8988	875	1394	64	152	1247	2974	1405	540	124	131	75	7
			2002	11512	2248	1211	528	348	220	2352	1849	2399	187	105	38	27
			2003	10811	1440	2456	421	591	1328	945	2940	96	51	88	328	127
			2004	15241	3596	1492	59	613	1225	1400	5105	348	260	302	580	261
			2005	16823	4837	1492	280	1067	685	2632	3370	163	35	169	1470	623
			2006	16694	3883	726	62	872	2670	3492	1023	66	74	494	2284	1048
			2007	12395.25	607	218	53	74	238	2780	2160	280	54	542	2880	2509.25
			2008	15373.5	331.5	134	216	1166	2234	2211	2324	226	636	647	2631	2617
			2009	20076.7	1301	791	266	1694.7	3156	3456	2377	396	554	1158	2970	1957
			2010	15151	238	87	631	1431	2785	3087	1276	418	418	1143	2888	749
			2011	16172	173	150	384	2913	3047	2770	1217	316	677	1180	2095	1250
			2012	19902	2568	667	585	1540	2572	3654	1648	455	237	403	3587	1386
			2013	18614	557	833	885	1814	3000	2783	1723	310	330	2287	2473	1619
			2014	19467	245	582	1010	2028	3205	2725	1583	772	538	2161	2519	2099
			2015	18585	402	467	680	2110	2602	2760	1670	782	566	1810	2462	2274
			2016	17269	532	393	585	1820	2393	2520	1557	902	464	966	2728	2409
			2017	22877	1382	653	781	1282	2111	3189	2300	1615	1436	3288	2168	2672
			2018	16749	2439	1386	625	1732	2010	2028	1675	1068	218	976	2592	
	5Produccion															
		ARROZ														
			2001	59373.2	5754	9115	438	1037.2	8192	19484	9579	3559	823	853	491	48
			2002	73842	13618	8029	3193	2184	1361	15841	12116	15204	1223	662	236	175
			2003	67524	8983	15546	2608	3658	8288	6119	18399	556	285	528	1819	735
			2004	99191	22416	9516	371	3742	7737	9244	34255	2355	1763	2013	3973	1806
			2005	114710	32957	10129	1958	7167	4665	18072	23117	1109	235	1145	9891	4265
			2006	114616	27009	5068	405	5713	17859	24067	7086	436	501	3386	15828	7258
			2007	84352.69	4243.24	1493.9	358.75	509	1635	18210	14869	1921	363.8	3717	19846	17186
			2008	105662.2	2260	920.8	1482.2	7956	15319.7	15273	16009	1561	4407.5	4450	18132	17891
			2009	137531.16	8878	5389	1809	11556.56	21614	23836.4	16484	2693	3767.2	7880	20196	13428
			2010	101220.8	1614	592	4291	9723	17203	20992	8676	2780	2841.8	7774	19638	5096
			2011	109948.6	1170.5	1021	2611	19740.5	20788	18836	8275	2149	4598.6	8020	14239	8500
			2012	131219	17463	4536	3978.4	10461	17467	24846	11206	3094	1611.6	2740	24392	9424
			2013	126919.3	3787.6	5665	6217.6	12352	20400	18924	11768	2110	2248.5	15551.2	16886.4	11009
			2014	140888	1667	3959	6938	13939	21794	18530	10765	5404	3660	17288	20152	16792
			2015	148680	3216	3736	5440	16880	20816	22080	13360	6256	4528	14480	19696	18192
			2016	138152	4256	3144	4680	14560	19144	20160	12456	7216	3712	7728	21824	19272
			2017	193146	11926	5755	6426	10541	17708	27714	19687	14008	12235	26476	18467	22203
			2018	137677	21514	11516	5000	13951	16386	16755	13400	8672	1744	7998	20741	

Anexo E: Ficha técnica

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN TONELADAS (t)

Efecto del cambio climático sobre la producción de arroz en los últimos 20 años en la provincia Moyobamba Región San Martín

	Comisión de regantes	Lugar/Sector	Nombre del Agricultor	DNI	Hectáreas sembradas	Producción por año
	Sub Sector Hidráulico Avisado	Valle La Conquista	Víctor Fernández Rivera	01028956	50 ha/año	400 t/año
	Sub Sector Hidráulico Avisado	Valle La Conquista	Moisés Leonardo Barrios	40072906	2 ha/año	16 t/año
	Sub Sector Hidráulico Avisado	Valle La Conquista	Humberto Huamuro Pardo	01039312	12 ha/año	96 t/año
	Sub Sector Hidráulico Avisado	Valle La Conquista	Natividad Leonardo López	01153428	46 ha/año	322 t/año
	Sub Sector Hidráulico Avisado	Valle La Conquista	Julio Cesar Montenegro Pita	01040333	20 ha/año	160 t/año
	Sub Sector Hidráulico Avisado	Valle La Conquista	Olegario Segura Salas	01028242	112 ha/año	896 t/año
	Comisión de Usuarios de Agua “Los Independientes – Soritor”	Habana	Edmundo Díaz Chávez	00812783	14 ha/año	140 t/año
	Comisión de Usuarios de Agua “Los Independientes – Soritor”	Soritor	Godofredo Núñez Segura	00812612	8 ha/año	160 t/año
	Comisión de Usuarios de Agua “Los Independientes – Soritor”	Habana	Olegario Pizarro Briones	00813029	6 ha/año	48 t/año
	Comisión de Usuarios de Agua “Los Independientes – Soritor”	Soritor	José Daniel Pita Uriarte	00813348	12 ha/año	120 t/año
	Comisión de Usuarios de Agua “Los Independientes – Soritor”	Soritor	Ilario Miranda Vásquez	00835315	26 ha/año	260 t/año
	Comisión de Usuarios de	Soritor	Wilmer Aguilar Escobar	41376591	14 ha/año	140 t/año

	Agua “Los Independientes – Soritor”					
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Jepelacio	Audin Vásquez Guerrero	00810030	3 ha/año	24 t/año
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Marona	Robinson Vela Bardalez	00801756	2 ha/año	16 t/año
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Jepelacio	Darwin Izquierdo Cacique	00824296	8 ha/año	64 t/año
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Moyobamba	Isaías Becerra Hernández	00823804	4 ha/año	28 t/año
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Jepelacio	Moisés Montenegro Pardo	41439818	2 ha/año	14 t/año
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Bueno Aires	Santos Pérez Díaz	27258309	18 ha/año	162 t/año
	Sub Sector Hidráulico Indoche - Moyobamba	Huasta	Pedro Ventura Nicolás	01076584	6 ha/año	48 t/año
	No pertenece	Jepelacio	Jose Daniel Carrasco Cieza	46692888	4 ha/año	32 t/año