



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



Determinación espacial del uso territorial con cultivo de arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019

Tesis para optar el grado Académico de Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental

AUTOR:

René Gabriel Bartra Leveaú

ASESOR:

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Tarapoto – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



Determinación espacial del uso territorial con cultivo de arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019

Tesis para optar el grado Académico de Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental

AUTOR:

René Gabriel Bartra Leveaú

ASESOR:

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Tarapoto – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



Determinación espacial del uso territorial con cultivo de arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019

AUTOR:

René Gabriel Bartra Leveaú

Sustentada y aprobada el 20 de diciembre de 2022, ante el siguiente jurado:

.....
Lic. Dr. Fabian Centurión Tapia
Presidente

.....
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález
Secretario

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

.....
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Escuela de Posgrado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Tesis, modo virtual, presentadopor:

Bach. René Gabriel Bartra Leveaú.

Con el asesoramiento del Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna.

“DETERMINACIÓN ESPACIAL DEL USO TERRITORIAL CON CULTIVO DE ARROZ ACORDE CON SUS EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS E IMPACTO AMBIENTAL, SAN MARTÍN 2019”

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo (*)


BUENO Y NOTA DIECISÉIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado APTO por el Consejo Universitario y recibir el Grado Académico de Maestro, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 30° del Reglamento de Tesis de la Escuela de Posgrado de la UNSM-T.

Tarapoto, 20 de diciembre de 2022.


Lic.. Dr. FABIAN CENTURION TAPIA
Presidente


Ing. M.Sc. ALFONSO ROJAS BARDÁLEZ
Secretario


Ing. M.Sc. MARCOS AQUILES AYALA DIAZ
Miembro


Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECOLOGÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



Determinación espacial del uso territorial con cultivo de arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019

**Tesis para optar el grado Académico de Maestro en Ciencias con
mención en Gestión Ambiental**

El suscrito declara que el presente trabajo de tesis es original, en su contenido y forma.

.....
Ing. René Gabriel Bartra Leveaú

Ejecutor

.....
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Asesor

Declaratoria de autenticidad

René Gabriel Bartra Leveaú, con DNI N° 72190748, egresado de la Escuela de Postgrado, Unidad de Posgrado de la Facultad de Ecología, Programa de Maestría en Ciencias, con mención en Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Determinación espacial del uso territorial con cultivo de Arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis de investigación 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 esta 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 mí accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 20 diciembre 2022.


.....
René Gabriel Bartra Leveaú
DNI: 72190748



Dedicatoria

A Dios por bendecirme y siempre iluminarme para continuar con mi progreso profesional. A mi familia, esposa e hijos que son mi motor y motivo de superación personal y profesional. Finalmente, a mis padres porque siempre han estado a mi lado apoyándome, dándome fortaleza espiritual para cumplir mis objetivos.

René Gabriel Bartra Leveaú.

Agradecimientos

- A mi esposa Iris del Pilar Vásquez Ruiz, por haber estado siempre a mi lado en todo el proceso de mi crecimiento profesional, apoyándome incondicionalmente en las buenas y en las malas.
- A mi hijo Mathías Gabriel Bartra Vásquez, por cada día enseñarme lo que no se aprende en la academia, el valor de la familia y ser una mejor persona y ejemplo para seguir.
- Doy gracias a mis padres por su apoyo para culminar con la presente investigación, y su apoyo en los momentos difíciles y llegar a ser un profesional.
- Al Gobierno Regional de San Martín, por el apoyo con la información que son insumos de la presente investigación, y aseguramiento de la calidad.
- A mi asesor Ing. MSc. Santiago Casas Luna por la orientación técnica y profesional para realizar esta tesis.
- A todas las personas que siempre me facilitaron su apoyo incondicional, y se haga realidad el trabajo de investigación.

Índice general

Dedicatoria.....	vii
Agradecimientos	viii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPITULO I REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases teóricas.....	6
1.2.1. Cultivo	6
1.2.2. <i>Oriza sativa</i> (Arroz)	6
1.2.3. Edafoclimática	7
1.2.4. Región San Martín	8
1.2.5. Sistema de información geográfica (SIG)	12
1.3. Definición de términos	13
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	15
2.1. Materiales	15
2.2. Métodos.....	15
2.2.1. Técnicas de recolección y procesamiento de información.....	15
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
3.1 Resultados.....	22
3.2 Discusión de resultados.	38
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	45

Índice de tablas

Tabla 1. Fenómenos geográficos	9
Tabla 2. Capacidad de uso mayor de los suelos en la región San Martín	10
Tabla 3. Superficie utilizada de acuerdo a la capacidad de uso mayor de los suelos	11
Tabla 4. Situación de las áreas agrícolas y pecuarias.....	11
Tabla 5. Ventajas de información Raster y vectorial	12
Tabla 6. Datos edafoclimáticos por orden de importancia	18
Tabla 7. Rangos de potencial y aptitud	19
Tabla 8. Datos edafoclimáticos por prioridad y coeficiente	19
Tabla 9. Áreas de cultivo de arroz por provincias	22
Tabla 10. Áreas de cultivo de arroz instalado por distrito.....	23
Tabla 11. Datos edafoclimáticos del cultivo de arroz.....	2
Tabla 12. Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia	26
Tabla 13. Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por distrito	27
Tabla 14. Áreas de arroz instalados en zonas aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia	29
Tabla 15. Áreas de arroz instalados en zonas no aptas por provincia.....	30
Tabla 16. Componentes y factores ambientales considerados.....	31
Tabla 17. Identificación de impactos ambientales	32
Tabla 18. Leyenda de códigos de impactos.....	34
Tabla 19. Escala de valoración de impactos ambientales	34
Tabla 20. Jerarquía de impactos.....	36
Tabla 21. Evaluación de impactos ambientales	37

Índice de figuras

Figura 1. Áreas de cultivo de arroz actual por provincia	22
Figura 2. Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia	26
Figura 3. Áreas de arroz instalados en zonas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia	29
Figura 4. Áreas de cultivo de arroz instalados en zonas no aptas por provincia	30

Resumen

La problemática ambiental que afronta San Martín, como región, es la desordenada ocupación de su territorio, arrastrando con ella la aplicación de una agricultura no sostenible, la extracción de madera que conlleva a la deforestación, alteración de las fuentes hídricas, ubicación de grupos poblacionales en zonas vulnerables, y ocupación de las áreas naturales protegidas. El proyecto de investigación usó un Software para evaluar las capacidades edafoclimáticas de los cultivos priorizados y su contrastación con las áreas cultivadas actuales a fin de identificar las potencialidades óptimas. Como resultados la región San Martín en la actualidad cuenta con un total de 54,415 Has. (DRASAM, 2018), de cultivo de arroz instalados; cuenta con 407,269 has. (DRASAM, 2018), de suelos aptos con capacidad agroecológica en el cual se puede desarrollar la actividad de cultivo de arroz; las condiciones edafoclimáticas de las zonas aptas para el cultivo de arroz, las mismas que de acuerdo al orden de importancia deben presentar una textura arcillosa (franco), topografía plano, profundo o moderadamente profundo, temperatura en un rango de 28 a 35 °C, pH entre 5.8 -6.6, altitud menor a los 1000 m.s.n.m. y presentar una precipitación anual de en promedio de 1200 mm; del total de áreas que se viene promoviendo el cultivo de arroz a nivel regional sólo 33,915 Has. (DRASAM, 2018), se encuentran dentro de las superficies aptas con capacidad agrológica para el cultivo de arroz que representa el 62% del total de áreas instaladas y del total de áreas que en la actualidad se viene desarrollando el cultivo de arroz a nivel regional sólo 20,500 Has. (DRASAM, 2018), se encuentran dentro de las superficies no aptas con capacidad agrológica para el cultivo de arroz que representa el 38%, finalmente se determinó que el desarrollo de cultivo de arroz en áreas con capacidad agroecológicas no aptas para el cultivo, deberá un impacto SEVERO en el componente agua, suelo y aspecto social; un nivel de impacto ambiental MODERADO en los componentes aire, flora, fauna, paisaje

Palabras clave: Relieve, cultivo, arroz, terraza, altitud, temperatura, edafoclimática.

Abstract

The environmental problem faced by the region of San Martín is the unregulated occupation of its territory, resulting in unsustainable agriculture, timber extraction leading to deforestation, alteration of water sources, settlement of population groups in vulnerable areas, and occupation of protected natural areas. The research project used a software to evaluate the edaphoclimatic capabilities of the prioritized crops and their contrast with the current cultivated areas in order to identify the optimal potentialities. The results show that the San Martín region currently has a total of 54,415 hectares (DRASAM, 2018) of rice cultivation installed; it has 407,269 hectares (DRASAM, 2018) of suitable soils with agro-ecological capacity to develop rice cultivation activities. The edaphoclimatic conditions of the areas suitable for rice cultivation, according to the order of importance must have a clayey texture (loam), flat topography, deep or moderately deep, temperature in a range of 28 to 35 °C, pH between 5.8 -6.6, altitude less than 1000 m.a.s.l. and an annual rainfall of an average of 1200 mm. Of the total areas that have been promoting rice cultivation at the regional level, only 33,915 ha (DRASAM, 2018) are within the suitable areas that have the agrological capacity for rice cultivation, which represents 62% of the total installed areas (DRASAM, 2018). Of the total areas currently under rice cultivation at the regional level, only 20,500 ha (DRASAM, 2018) are within the areas not suitable for rice cultivation, which represents 38% (DRASAM, 2018). Finally, it was determined that the development of rice cultivation in areas with unsuitable agro-ecological capacity will have a SEVERE impact on water, soil and social aspects; a MODERATE level of environmental impact on air, flora, fauna and landscape components;

Keywords: Relief landscape, cultivation, rice, terrace, altitude, temperature, edaphoclimatic.



Introducción

La ZEE, zonificación ecológica y económica, determinó la zona apta para producción agropecuaria en San Martín. Aun cuando existen condiciones de extensión territorial relativamente reducidas para el desarrollo agropecuario en comparación del resto del territorio, en cuanto al sector ganadería, agricultura, caza y silvicultura, cuenta con una participación regional del 26 % de aporte al valor agregado bruto (VAB) de la región (DRASAM, 2018), lo que proyecta escenarios de mayor desarrollo agroindustrial en la región San Martín, en función a su capacidad de uso mayor de los suelos, climáticas y edafológicas.

Es preciso indicar que la ubicación para el desarrollo de los cultivos y específicamente el Arroz (*Oriza sativa*) debe estar acorde a los requerimientos edafoclimáticos; condición que no necesariamente es aplicado en nuestra región por las desordenadas prácticas agrícolas, ubicándose mayormente en zonas con limitaciones edafoclimáticas para el desarrollo de las mismas.

La etapa de campo se realizó en los meses de junio a noviembre del presente año, el trabajo de gabinete que consistió en el procesamiento y/o análisis de la información recopilada. Con el fin de conocer las áreas actuales de cultivo de arroz y determinar en qué extensión se encuentran en zonas aptas para el cultivo; se planteó la siguiente interrogante como parte de la formulación del problema: ¿En qué medida influye la distribución espacial del cultivo de arroz, en función a sus exigencias edafoclimáticas, y cuál es su índice de impacto ambiental?

Como objetivo general es determinar espacialmente el uso del territorio con cultivo de Arroz (*Oriza sativa*) de acuerdo a sus exigencias edafoclimáticas, y su impacto ambiental, en la región San Martín, como objetivos específicos fue determinar y analizar espacialmente los campos de aplicación de las imágenes de satélites y los SIG es las zonas de uso actual con cultivo de Arroz (*Oriza sativa*), para conocer su distribución y delimitación en la región San Martín, Identificar las áreas con condiciones edafoclimáticas que requiere el cultivo de arroz (*Oriza sativa*), determinando las zonas considerados aptas para el cultivo de arroz en la región San Martín y determinación y caracterización del

impacto ambiental sobre el uso del territorio no aptas para el cultivo de arroz, en función de sus potencialidades edafoclimáticas; se planteó como hipótesis que: El uso de territorio con cultivo de “Arroz” es el límite de las superficies aptas para el cultivo de acuerdo con las exigencias edafoclimáticas y genera impacto ambiental negativo; para su ejecución se estableció la fase de diagnóstico como parte del desarrollo preparativo la recopilación de datos vectoriales de la Zonificación Ecológica Económica de San Martín, para lo cual se utilizó el geo portal de Infraestructura de Datos Espaciales del gobierno regional, así como información estadística y espacial de la Dirección Regional de Agricultura San Martín (DRASAM) sobre la cobertura de arroz y del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Así mismo, se utilizó información del portal del sistema integrado de estadística agraria - SIEA del MIDAGRI, de los módulos Dashboard y herramientas satelitales, así como también información geoespacial de las diversas plataformas espaciales disponibles, mediante el cual se accede a imágenes satelitales de tipo óptico mediante el cual se realiza el análisis del actual uso del territorio. Para la fase propositiva en cuanto al cumplimiento del objetivo se hizo uso del software SIG ArcGIS Pro / Desktop. Por otro lado, en el análisis cualitativo se empleó fichas de recolección de datos.

El presente informe está estructurado en orden según capítulos. En el Capítulo I, referido a la revisión bibliográfica que incluye publicaciones periódicas o textos. El Capítulo II referido a materiales y métodos, se menciona los materiales y los procedimientos metodológicos para la realización del procesamiento y análisis de datos. Capítulo III referido a resultados y discusiones, en la cual se presenta datos ordenados según ellos objetivos planteados. Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel Internacional

Moncayo (2012), en su tesis titulado “Elaboración de un SIG agrícola con la ayuda de una aplicación Web, Quito”, arribó a las siguientes conclusiones: la aplicación de la herramienta es necesario tanto para el país como para el agricultor, debido a que puede generar una rentabilidad alta al ponerlo en práctica. Considerando que la agricultura aún no ha logrado una optimización máxima en cuanto a producción hace necesario el uso de la herramienta con mayor razón. En el sector agrícola está ausente la tecnología innovadora lo cual hace que se mantenga estancada. En ese sentido la aplicación de la herramienta tiene utilizada para pequeños y grandes agricultores en la medida que permitirá tomar decisiones adecuadas y optimizar los recursos.

Lizarazo (2011), en su investigación “Aplicaciones de la agricultura de precisión en palma de aceite *Elaeis Guineensis*” e híbrido O x G”, Colombia”, determinó que, la utilización de la tecnología AMS, en relación con el trazado de plantaciones, puede apoyar en el incremento de labor de trazado, comparándolo con la labor manual, en aproximadamente 48 %; siendo una ventaja adicional que se puede operar de noche o de día con igual precisión. El trazado con equipo AMS, reduce el requerimiento de mano de obra en 75%, Asimismo el uso de las tecnologías de información geográfica contribuye sustancialmente en el manejo agronómico, identificación de focos y el control de plagas y enfermedades.

Pérez (2006), en su investigación titulado “Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.) Palma camedor (*chamaedorea elegans* Mart.), México”, indica que haciendo la integración y categorización de variables, permite obtener la zonificación agroecológica del sistema agroforestal en un determinado ámbito de estudio. Los resultados obtenidos pueden, ayudar en la ubicación de potenciales áreas de producción y áreas para el desarrollo de proyectos productivos con sistemas agroforestales, puesto que, al identificar los diferentes grados de aptitud para el sistema,

se delimitan superficies y se identifican variables ambientales que podrían representar limitaciones para su uso.

Ramos (2004), en su investigación denominado “Cambios de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera, México”, establece que el suelo de tipo Fluvisoles éutricos, con un área de 19 501 ha, son suelos favorables para el cultivo de cacao, y los suelos Fluvisoles gleyi-éutrico con la asociación Vertisol éutrico + Gleysol éutricos con un área de 37 832 ha tienen medianamente potencial edáfico. Entre los años 1 972-2 000, en la región productora, el uso del suelo para actividad agrícola en un 7,5 %, para los cultivos de caña y maíz; en contraste, el cultivo de cacao tuvo un aumento en área de 2%, presentando igual comportamiento los huertos familiares. En cuanto a la actividad ganadera, entre los años 1972 al 2000 tuvo un incremento de 55,49%, y es la actividad principal en el área de estudio. En referencia a los tipos de vegetación sufrió una degradación severa, pasando de 1,98 del año 1972 a 0,28% en la actualidad, cambiando de uso a pastizales y en menor escala a actividades vinculadas al petróleo y zonas urbanizadas. En la región de Chontalpa, hubo un crecimiento de la urbanización y uso en huertos familiares lo que fraccionó los suelos más fértiles (fluvisoles), lo que ocasionó la disminución de suelos dedicados a actividades agrícolas y el incremento en los costos de tierras para el desarrollo de cultivos de importancia económica.

López (2011), en su investigación titulado “Aplicación de sistemas de información geográfica a la caracterización y evaluación de las tierras del perímetro de riego de Caia, Portugal”, determinó que los sistemas de información geográfica (SIG), representan una herramienta valiosa para el tratamiento y procesamiento de datos de forma georreferenciada. Cita como ejemplo la generación de mapas temáticos que se obtienen luego de representar de manera sistemática información registrada “insitu” a los cuales posteriormente se puede realizar su manipulación y tratamiento. Los SIG, da la posibilidad de extrapolar los resultados, permitiendo obtener mapas de distribución de áreas con potencialidad productiva de remolacha en el área de riego de Caía. Tomando en cuenta las limitaciones en cuanto al número de parámetros utilizados, se estimó que el 34,3 % del área en estudio tiene potencial para el cultivo de remolacha. La aplicación de los SIG permite digitalizar la información y mantenerlo actualizada todo el tiempo lo cual

facilita integrar datos morfológicos y analíticos para la óptima evaluación y caracterización de tierras en forma inmediata.

Rodríguez (2000), en su investigación, “Planificación de recursos para la modernización de los sistemas arroceros mediante el empleo de modelos de simulación y SIG, Cuba”, establece que mediante la integración de la modelación matemática del riego con la tecnología SIG, permite planificar los recursos con fines de modernizar los sistemas de siembra de arroz con elevado porcentaje de precisión y en el menor tiempo. Las herramientas SIG, nos da la posibilidad de cuantificar los recursos de una manera detallada, con planificación flexible y facilidad en la toma de decisiones rápidas. La utilización de la tecnología SIG, permite obtener mapas temáticos e informes lo cual ayuda en el análisis de sistemas existentes y el diseño de nuevas propuestas para los sistemas drenaje y riego en los sembríos de arroz.

A nivel Nacional

Balcázar (2011), en su investigación, “Desarrollo de un módulo SIG para el manejo de imágenes multiespectrales orientado a la agricultura de precisión, Lima”, establece que el mediante el software SIG GRASS, se puede trabajar con imágenes adquiridas del censado remoto o con imágenes proveídas desde un satélite; es decir, permite manipular imágenes multiespectrales, hacer el cálculo del índice vegetativo NDVI. El desarrollo agrícola a nivel nacional no ha logrado una optimización máxima de producción por falta de apoyo del gobierno. El factor NDVI permite hacer la diferencia entre la vegetación sana y otros elementos presentes en las imágenes adquiridas, tales como suelo árido o incluso la presencia de zonas cubiertas de agua.

A nivel regional – local

Ortiz (2019), en su investigación, “Rendimiento del cultivo de arroz (*Oriza sativa*) CV. La Esperanza – INIA509, con tres distanciamientos y diferente número de plantas por golpe, bajo riego en Tocache – San Martín”, describe trabajando con 3 plantas/golpe (a1) en cuanto a altura, longitud de panojas y número de espiguillas del arroz se obtuvo como resultado 95.31 cm, 21.50 cm y 9.98 unidades respectivamente; con 7 plantas/golpe el número de macollos y panojas reporto 28.6 y 21.3 unidades respectivamente y tuvo mayor efecto.

Castillo (2008), en su tesis denominado “Desarrollo económico de los productores de arroz de la provincia de San Martín”, manifiesta que, en la provincia de San Martín, el cultivo de Arroz dispone de suelos de capacidad arable e irrigable, y representa el principal cultivo de importancia económica dinamizando la economía local. Asimismo, hace referencia a la ecuación de regresión calculada en la cual encontró que la variable explicada beneficio costo (BC), tiene una relación inversa (-) con el costo de producción (CP); explicada en el sentido de que la rentabilidad del cultivo de arroz se incrementa cuando el costo de producción promedio disminuye.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Cultivo.

El cultivo es la práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas. La agricultura es un arte milenario que tiene el propósito de cultivar la tierra mediante diferentes tratamientos y alternativas con el fin de obtener vegetales y frutos que puedan ser utilizados con propósitos alimenticios, medicinales y estéticos. Las actividades de cultivo que ocurren a menudo por la acción del hombre pero que también responden a procesos naturales dan como resultados cereales, frutas, vegetales, forraje y otros. Se entiende por cultivo a todas las acciones humanas que tienen el fin de mejorar, tratar y transformar las tierras para el crecimiento de siembras. Para muchos países del mundo esta actividad es su principal sustento económico y, al mismo tiempo, es, junto con la ganadería, la principal acción que da alimento para la población mundial (Degiovanni, 2010).

1.2.2. *Oriza sativa* “Arroz”.

El arroz es una entidad vegetal de alta variabilidad genética, que está representada por muchas especies y miles de formas cultivadas. Todas son el resultado de los procesos naturales de evolución y de los continuos progresos que el hombre ha logrado en un material vegetal original sometiendo a múltiples cruces artificiales y a procesos biotecnológicos. Esta gran variabilidad de formas hace muy difícil la definición de las características morfológicas generales de esta especie; no es posible, por tanto, El arroz es una entidad vegetal de alta variabilidad genética, que está representada por muchas especies y miles de formas cultivadas. Todas son el resultado de los procesos naturales de evolución y de los continuos

progresos que el hombre ha logrado en un material vegetal original sometiénolo a múltiples cruces artificiales y a procesos biotecnológicos. Esta gran variabilidad de formas hace muy difícil la definición de las características morfológicas generales de esta especie; no es posible, por tanto, uniformar ese conocimiento ni entre los científicos encargados de diseñar y obtener nuevos tipos mejorados ni entre el personal que realiza las labores de producción del grano. La especie *Oryza sativa*, como tal, no suscita controversia, al parecer, respecto a su origen asiático (a diferencia de su ancestro silvestre); sin embargo, no hay todavía un acuerdo sobre un lugar más preciso de su origen, que sería el oriente de la antigua península de Indochina (hoy ocupada por Vietnam, Camboya y Laos) o el valle del río Yang–Tse Kiang, en China (Degiovanni, 2010).

1.2.3. Edafoclimáticas.

Hace referencia al suelo y clima. En su análisis se incluye como variables la altitud, textura del suelo, pendiente del suelo, ubicación geográfica, aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, etc., estas variables en su integración permiten hacer agricultura, y definir áreas destinadas para conservación y protección. En el componente clima, se toma en cuenta aquellas zonas con aptitud para siembra y desarrollo de líneas de producción y las nuevas áreas con potencial productivo (Dirección Regional de Agricultura de San Martín, 2018).

1.2.3.1. Características edafoclimáticas.

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, en Perú podemos identificar tipos de clima, entre ellos tenemos:

- Clima Semi-Cálido Muy Seco (Desértico-Árido-Sub Tropical)

Se caracteriza por presentar una precipitación media anual de 150 mm. y una temperatura media anuales de 18° a 19°C.

- Clima Cálido Muy Seco (Desértico o Árido Tropical)

Abarca el sector septentrional de la región costera, incluyendo Tumbes y Piura. Clima muy seco, con precipitación de 200 mm como media anual, y cálido, con temperatura 24°C.

- Clima Templado Sub-Humedad (De estepa y valles Interandinos Bajos)

Clima de la región sierra, presenta temperaturas de 20°C y precipitación de 500 a 1200 mm la altitud esta entre los 1000 y 3000 msnm.

- Clima Frio o Boreal (De los valles mesoandinos)

Clima de la región sierra, presenta temperaturas de 12°C y precipitación de 700 mm la altitud esta entre los 3000 y 4000 msnm.

- Clima frígido (De tundra)

Clima de puna, presenta temperaturas de 6°C y precipitación de 700 mm la altitud esta entre los 4000 y 5000 msnm.

- Clima de Nieve (Gélido)

Clima de nieve perpetua de muy alta montaña, presenta una temperatura media todo del año por debajo de 0°C. Comprende sectores altitudinales por encima de 5000 msnm.

- Clima Semi - Cálido Muy Húmedo (Sub-Tropical muy Húmedo)

Clima de selva alta, presenta temperaturas de 22°C y precipitación de 2000

- Clima Cálido Húmedo (Tropical Húmedo)

Clima de llanura amazónica, presenta una precipitación de 2000 mm con media anual y temperatura de 25°C a más.

1.2.4. Región San Martín.

Según la Zonificación Ecológica y Económica de San Martín, 2005).

- Ubicación.

Su localización comprende el sector septentrional y central del territorio peruano, en el flanco oriental del relieve andino en la selva alta. Por el oeste, su límite territorial abarca hasta el borde de la meseta andina.

- Superficie. Ocupa un área de 51253,87 km²

- Topografía.

Presenta zonas morfológicas: la occidental (meseta andina, la zona de los valles amplios, con presencia de terrazas escalonadas), la zona sureste (relieve que continua de la Cordillera Azul)

Tabla 1*Fenómenos Geográficos.*

Valles	Abras	Pongos	Cañones
Huallaga	Ventanas	Caynarachi	Shapaja
Abiseo	Dos cruces	Aquirre	Sion
Bravo	Tangarana	Coyumba	
Mayo		Huamanhuasi	
Huayabamba			
Sisa			
Chontayacu			
Tocache			
Saposo			

Fuente: ZEE, 2005.

- **Clima.**

La región San Martín presenta un clima cálido húmedo. En zona de delimitación departamental con la región Amazonas, región La Libertad y región Huánuco, el clima es templado - cálido y en las Yungas fluviales templado frío.

- **Altitud.**

Tenemos altitudes de la ciudad de Moyobamba con 874, Pelejo con 190 y Agua Blanca con 3080 msnm.

- **Límites.**

Por el norte y el este: Con Loreto,

Por el sur: Con Huánuco

Por el oeste: Con Amazonas, La Libertad y Ancash.

- **Distancias y vías de acceso:**

Se tiene una distancia de 763 km desde Lima.

1.2.4.1. Superficie según capacidad de uso mayor de suelos de San Martín.

La región San Martín según la clasificación de uso mayor de suelos, tiene 198 434 ha. de tierras aptas para cultivos en limpio (A), lo que corresponde a 3,83 % del total; 415 853 ha. de tierras aptas para cultivos permanentes (C), lo que corresponde a 8,03 % del total; 83,851 ha. de tierras aptas para

pastoreo (P), lo que corresponde a 1,62 % del total de la región San Martín (Zonificación Ecológica y Económica de San Martín, 2005).

Cabe indicar que las tierras de aptitud forestal (F), protección (X) y cuerpos de agua; tienen una superficie de 4 481 504 ha., representando un 86,53 % del total de la superficie del territorio regional, los cuales no son considerados tierras agrícolas y pecuarias, pero si están siendo utilizadas para cultivos de subsistencia (Zonificación Ecológica y Económica de San Martín, 2005).

Las zonas aptas para producción agropecuaria en San Martín abarcan un área de 698 138 ha, lo que representa el 13,48 % de la superficie total de la región. Por su parte, las zonas para producción forestal cubren 825 982 ha (15,95 % del área total). Es importante que estas áreas sean aprovechadas de la forma más eficiente posible, bajo los lineamientos que define el ordenamiento territorial (Zonificación Ecológica y Económica de San Martín, 2005).

Tabla 2

Capacidad de uso mayor de los suelos en la región San Martín.

N°	Clasificación	Área Ha	%
1	Cultivos en limpio (A)	198 434,00	3,83%
2	Cultivos Permanentes (C)	415 853,00	8,03%
3	Pastoreo (P)	83 851,00	1,62%
4	Forestal (F)	825 982,00	15,95%
5	Protección (X)	3 619 876,00	69,89%
6	Cuerpos de agua	35 646,00	0,69%
	Total	5 179 642,00	100,00%

Fuente: DRASAM.

1.2.4.2. Uso actual de la tierra de San Martín.

De acuerdo a la capacidad de uso mayor de suelos; tiene una superficie de cultivos en limpio (A) de 160 967 ha. que representa un 3,22 % del territorio total; referente a los cultivos permanentes (C) se muestra una superficie de

249 385 ha. que representa un 4,99 % del territorio total, en lo referente a pastos (P) se observa que existe 105 513 ha., que representa el 2,11 % del territorio total, finalmente las tierras de aptitud forestal (F) y protección (X), son administrados por la autoridad regional ambiental - ARA, con un total de 4 445 858 ha., que representa el 88,96 % del territorio regional. (Dirección Regional de Agricultura de San Martín, 2018).

Tabla 3

Superficie utilizada de acuerdo a la capacidad de uso mayor de los suelos.

N ^o	Grupo	Área en uso (ha.)	% del área en uso
1	Cultivos en limpio (A)	160 967,00	3,22 %
2	Cultivos Permanentes (C)	249 385,00	4,99 %
3	Pastoreo (P)	105 513,00	2,11 %
4	Forestal (F)	825,982,00	16,53 %
5	Protección (X)	3'619,876,00	72,44 %
6	Cuerpos de agua	35,646,00	0,71 %
	Total	4 997 369,00	100,00%

Fuente: DRASAM.

Tabla 4

Situación de las áreas agrícolas y pecuarias.

N ^o	Grupo	Área (ha.)	%
1	Territorio agrícola libre (a y c)	203 935,00	33,20 %
2	Pastos (p)	-21 662,00*	-25,83 %**

Fuente: DRASAM.

*Se observa que la superficie utilizada de las tierras de aptitud para pastos es mayor que las tierras clasificadas como de aptitud para pastoreo mostrado en los datos de la ZEE, por lo que se puede decir que se está haciendo uso de tierras, clasificadas con otras aptitudes de uso (cultivos

en limpio, cultivos permanentes, forestal o de protección).

**Se muestra el porcentaje de tierras con otras aptitudes de uso, según la explicación anterior.

1.2.5. Sistema de información geográfica (SIG).

Definido como sistema de información con capacidad de integración, almacenamiento, edición, análisis, transferencia y publicación de información georreferenciada. Herramienta de utilidad para el análisis de información espacial (López et al, 2011).

Mediante los SIG, la información se presenta en capas (Layers) temáticas y el almacenamiento es independiente, permite un trabajo rápido y sencillo y facilita al usuario relacionar información a través de la topología de los objetos (López et al, 2011).

Tabla 5

Ventajas de la información ráster y vectorial.

Ventajas ráster	Ventajas vectoriales
Estructuración de datos en forma simple	Elevada precisión
Fácil representación de datos espaciales	fácil integración de CAD vectoriales
Alta capacidad para realizar superposición y combinación de capas	Alta calidad en representación de mapas
Desarrollo de análisis Geoestadístico	Desarrollo de análisis en redes
Desarrollo de integración de datos	Datos estructurados con topología
Capacidad para integrar imágenes	Ficheros no muy grandes

Fuente: Lopez, 2011.

1.2.5.1. Aplicaciones de los sistemas de información geográfica – SIG.

En el ámbito local municipal su aplicación ayuda a resolver ciertas necesidades vinculados a:

- Desarrollo de cartografía básica.
- Administración de servicios de agua, energía, alcantarillado, telefonía, etc.
- Inventario y avalúo de predios.
- Atención en caso de incendios, fenómenos naturales, accidentes vehiculares, entre otros.

- Caracterización socioeconómica.
- Regulación en cuanto al uso de la tierra.
- Control de la calidad ambiental
- Evaluación de riesgos para la prevención y atención de desastres.
- Localización para la priorización óptima de la infraestructura y equipamiento social relacionada a educación, salud, deporte y recreación.
- Programas de mantenimiento vial.
- Planes integrales de desarrollo.

1.2.5.2. Aplicaciones de los Sistemas de información geográfica - SIG en la Agricultura.

Según López et al 2011, tiene aplicaciones relacionados a:

- Desarrollo de la agricultura de precisión o de localización específica.
- Planificación de cultivos
- Levantamiento de mapas topográficos
- Muestreo de suelos
- Mapas de rendimiento
- Exploración de cultivos.

1.3. Definición de términos.

- Altitud.

Es la distancia vertical desde cualquier punto tomando como referencia el nivel del mar, por lo cual se expresa en metros sobre el nivel del mar (msnm).

- Edafoclimáticos.

Hace referencia al suelo y clima. En su análisis se incluye como variables la altitud, textura del suelo, pendiente del suelo, ubicación geográfica, aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, etc., estas variables en su integración permiten hacer agricultura, y definir áreas destinadas para conservación y protección. En el componente clima, se toma en cuenta aquellas zonas con aptitud para siembra y desarrollo de líneas de producción y las nuevas áreas con potencial productivo (Dirección Regional de Agricultura de San Martín, 2018).

- GPS.

Sistema americano de navegación y localización mediante satélites (Valle, 2014).

- Sistema de información geográfica – SIG.

Definido como sistema de información con capacidad de integración, almacenamiento, edición, análisis, transferencia y publicación de información georreferenciada. Herramienta de utilidad para el análisis de información espacial (López et al, 2011).

- Pixel.

Representación con puntos de color o escala de grises de una imagen digitalizada en pantalla (Morales, 2017).

- Raster.

Imagen digital representada en mallas (Pixels). Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor (Morales, 2017).

- Relieve.

Representa la forma de la superficie terrestre. Como ejemplo tenemos las montañas, las mesetas y las llanuras. - Fuente: <https://concepto.de/relieve>.

- Terraza.

Proviene de la palabra “terraceus”, que significa “hecho de tierra”. Es un terreno llano en medio de una pendiente, se presenta generalmente en forma escalonada (Pérez, 2014).

- Zonificación ecológica y económica –ZEE.

La ZEE es un proceso en la cual se hace el análisis técnico integral de una área territorial, pudiendo ser un departamento, provincia, distrito o cuenca, en la cual se identifica potenciales usos sostenibles en cuanto a la ocupación del territorio, se evalúa su potencialidad y limitantes tomando en cuenta aspectos de la parte física, biológica etc. (Pinasco, 2006).

- Vectorial.

Forma de representación de datos espaciales de características geométricas para su interpretación, se usa puntos, líneas y polígonos (Santos, 2015).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los meses de junio a noviembre del 2021, en el ámbito de la región San Martín, mediante el uso de sistemas de información geográfica.

2.1. Materiales.

a) Materiales

- Material de oficina
- Equipo de seguridad personal.
- Vehículo motorizado.
- Formatos de recolección de información.

Instrumentos de investigación.

- Sistema de información geográfica.
- Mapa de cultivos agrícolas del área de estudio.
- Mapa de potencial agrícola
- Programa Arc GIS PRO.

b) Equipos:

→ Equipos informáticos

- Cámara fotográfica digital.
- Laptop
- Impresora Epson L575.

→ Equipos de campo.

- Termómetro de campo
- GPS 12 Garmin.

2.2. Métodos:

2.2.1. Técnicas de recolección y procesamiento de información.

Se realizaron en 02 etapas:

- De campo.

Obtenida las fichas agroclimáticas de los cultivos de arroz que fueron elaborados mediante un proyecto del gobierno regional de San Martín ejecutado por la DRASAM en convenio con la Agencia Espacial Inglesa - ASA y Mecanismos de Desarrollo Alternativos – MDA, se realizó en campo la:

- Revisión y contrastación de mapas e imágenes satelitales donde se vienen desarrollando actividades agrícolas.
- Revisión y verificación de mapas donde se vienen desarrollando las actividades de agricultura de los cultivos priorizados.
- Contrastación de áreas con potenciales para el desarrollo de los cultivos priorizados.

- De gabinete.

- a) Insumos requeridos:

Para poder determinar las condiciones edafoclimáticas con aptitudes para siembra de cultivos priorizados; se tomaron en cuenta las fichas agroclimáticas de los cultivos de arroz que fueron elaborados mediante un proyecto del Gobierno Regional de San Martín ejecutado por la DRASAM en convenio con la Agencia Espacial Inglesa - ASA y Mecanismos de Desarrollo Alternativos - MDA a través de un memorándum de entendimiento; asimismo los estudios temáticos incluidos en la Macro ZEE San Martín los cuales son parte vital para la identificación de las áreas adecuadas para la instalación de los cultivos priorizados. Los datos obtenidos por los estudios recopilados se modelaron en el software Arc Gis 10.5, tomando la metodología de análisis multicriterio.

Criterios para la determinación de las condiciones edafoclimática:

- Condiciones climáticas.

- Clima: Cada zona presenta un determinado clima, sobre ello se determina un mapa de influencia climática en el sector agrario, de esta manera la temperatura, humedad y precipitación son factores importantes a tener en cuenta para la siembra y crecimiento del cultivo.

- Temperatura: Teniendo en cuenta que San Martín tiene un clima tropical se precisa que la temperatura promedio anual es de 25.5°C, los cultivos en el departamento cuentan con un rango óptimo para su crecimiento haciendo este factor importante para la fase de siembra, crecimiento y rendimiento. Algunos cultivos suelen ser tolerantes o intolerantes a temperaturas altas o bajas o se puede ser adaptables a cambios de temperatura que no impacten significativamente en su desenvolvimiento.
 - Precipitación: El régimen de lluvia es de tipo monomodal, presenta precipitaciones altas en los meses de octubre a marzo, y precipitaciones bajas entre los meses de julio – agosto. El exceso de agua puede impactar negativamente en el crecimiento del cultivo y los escasos puede llevar a un estrés hídrico lo cual influya en crecimiento y rendimiento en la cosecha.
 - Altitud: El departamento de San Martín presenta un relieve variado, por lo que esta variable va estrechamente relacionada con la variación del clima ya que la temperatura varía de 1°C por cada 1000 metros de altura.
- Condiciones de suelo.
- Suelo: El suelo es el medio vital por el cual se desarrolla la agricultura porque se encarga de mantener y sustentar a los cultivos que se encuentran en él. En ese sentido El suelo se clasifica en base a su morfología y génesis, es decir, tomando en cuenta sus características físicas (textura) - químicas (pH) y biológicas.
 - Fisiografía: Esta variable tiene como propósito identificar las formas en el relieve del departamento de San Martín en correlación con las asociaciones de altitud, pendiente, drenaje, profundidad, la cual es muy variada en toda su extensión y guardan una relación estrecha con los procesos formadores de suelos.
 - pH: San Martín presenta suelos casi en su totalidad ácidos, aptos para cultivos que tengan ese requerimiento.

- b) Modelamiento de aptitud óptima en Sistema de Información Geográfica -SIG.
- Con la información seleccionadas se realizó el modelamiento de aptitudes óptimas para siembra de cultivos priorizados en la región San Martín se utilizaron Sistemas de Información Geográfica que facilitan el manejo de grandes volúmenes de información cartográfica y estadística. En esta etapa se seleccionaron los archivos vectoriales (shapefile) con los datos de estudios temáticos disponibles que se encuentran especializados y trabajados por la DRASAM, el modelamiento se realizó en 2 fases:

Fase 1: Adecuación de variables y valores.

- Priorización de variables. Las variables a considerar van en función de la importancia que esta tiene para el desarrollo óptimo del cultivo, en este sentido la variable de mayor influencia ocupa el primer lugar de prioridad y es indispensable para tal fin. Ejemplo:

Tabla 6

Datos edafoclimáticos por orden de importancia.

DATOS EDAFOCLIMATICOS DE CULTIVO		
VARIABLES	RANGO PROM.	ORDEN DE IMPORTANCIA
Altitud	0 - 1000 msnm	1°
Temperatura	20 - 28 °C	2°
pH	5.5 - 7.0	3°
Precipitación Anual	800 - 1500 mm	4°
Textura	Franco arcilloso - arenoso	5°
Topografía	Plana o ligeramente inclinada	6°
Horas Luz/Día	5	7°
Humedad Relativa	60 - 70 %	8°

Fuente: DRASAM.

Podemos observar en el cuadro 01 como ejemplo simulado que la variable Altitud y Temperatura tiene el 1er y 2do grado en el orden de importancia siendo estas las variables más predominantes en el desarrollo del cultivo.

- Asignación de valores según prioridad: En esta etapa se busca asignar un valor porcentual a todas las variables en consideración, con la finalidad de reflejar cuantitativamente la influencia de esta variable sobre el cultivo, la asignación de cada porcentaje se determinará según el criterio del profesional especializado en el cultivo.
- Asignación de valores según coeficiente: El valor del coeficiente determina cuales son las variables mínimas con las que bastaría contar para realizar un análisis de las zonas con aptitud para el cultivo en estudio. Este valor está comprendido en un rango del 1 al 3.

Tabla 7*Rangos de potencial y aptitud.*

Valor de Rango	Potencial	Descripción
1	Bajo	No hay influencia significativa de la variable en el desarrollo del cultivo
2	Medio	Hay mediana influencia de la variable en el desarrollo del cultivo
3	Alto	Si hay influencia significativa de la variable en el desarrollo del cultivo

*Fuente: Elaboración propia,2021.***Tabla 8***Datos edafoclimáticos por prioridad y coeficiente.*

VARIABLES	RANGO PROM.	ORDEN DE IMPORTANCIA	% Según prioridad	Coeficiente
Altitud (msnm)	0 - 1000 m	1°	45%	1.35
Temperatura	20 - 28 °C	2°	35%	1.05
pH	5.5 - 7.0	3°	5%	0.15
Precipitación Anual	800 - 1500 mm	4°	5%	0.15
Textura	Franco arcilloso - arenoso	5°	5%	0.15
Topografía	Plana o ligeramente inclinada	6°	5%	0.15
	TOTAL		100%	3

Fuente: Elaboración propia,2021.

Fase 2: Modelamiento de capas de variables SIG.

- Determinación del valor potencial de variables edafoclimáticas: En esta etapa se tomó como referencia los rangos de potencial determinados en el cuadro 02, Por ejemplo, Según ficha edafoclimática se identificó que el rango óptimo del pH para el cultivo X está entre 5.5 – 7.0, por lo que se asignará valor 3 a los que estén comprendidos dentro del rango; valor 2 a los que estén ligeramente de fuera a dentro del rango y valor 1 a los que se encuentren relativamente cerca del rango óptimo. Cabe resaltar que los valores que estén muy distantes al rango óptimo se eliminarán. Estas consideraciones son discutidas y validadas con un profesional agrónomo que tenga vasta experiencia en manejo de cultivos en campo. Este proceso se debe repetir en todas las capas de variables que se están considerando.
- Modelamiento de las capas de variables consideradas: Para esta etapa se utilizó la herramienta Unión en el Sistema de Información Geográfica, que une los polígonos de las variables seleccionadas y sus atributos, este proceso asignará valores “0” a las zonas que no se superponen, al no guardar relación entre sí deben ser descartados. Se obtiene así una sola capa que considera todas las variables y sus rangos ya valorados con su potencial.
- Filtro de Capas Obtenidas: Posteriormente se procedió a filtrar las áreas con potencial para siembra del cultivo con la zona de aptitud agropecuaria según su Capacidad de Uso Mayor (ZEE-SM), mediante la herramienta clip, la cual determinará las áreas óptimas dentro de la zona antes mencionada, siguiendo con el procedimiento se excluye las áreas que se encuentran dentro de las zonas restringidas por el gobierno nacional y regional utilizando la herramienta erase superponiendo la última capa obtenida con las áreas donde se ubican las Áreas Naturales Protegidas, Bosque de Producción Permanente y concesiones de conservación; el resultado de estos filtros nos proporciona la ubicación de las áreas con potencial para la siembra del cultivo donde se permite la actividad agropecuaria. Para obtener la distribución de áreas por distritos se realiza la intersección de estas a través de la función Intersect y de esta manera

obtener finalmente la capa en donde se podrá determinar cuantitativamente el espacio por distrito que es óptimo para sembrar el cultivo en estudio.

c) Evaluación ambiental de cultivo de arroz.

Para realizar la evaluación ambiental se tuvo en cuenta los lineamientos de la “Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales, en el marco del SEIA” (Aprobada mediante R.M. N° 455-2018-MINAM). Considerado, como metodología de identificación y evaluación de impactos; el Análisis Matricial, adecuándolo a las condiciones de interacción entre los aspectos y los factores ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos en las áreas instalados con cultivo de arroz, con capacidad agrológica no apta para el cultivo.

Se consideró realizar la evaluación en las zonas no aptas para el cultivo de arroz por tratarse de zonas cuyas condiciones agroecológicas no corresponden para el tipo de cultivo, y por su naturaleza el desarrollo de la actividad genera mayores impactos ambientales potenciales por presentar una capacidad de resiliencia menor en comparación de las zonas con condiciones aptas para el cultivo. Cabe indicar que las determinaciones de zonas fueron elaboradas mediante un proyecto del Gobierno Regional de San Martín ejecutado por la Dirección Regional de Agricultura San Martín en convenio con la Agencia Espacial Inglesa - ASA y Mecanismos de Desarrollo Alternativos – MDA.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados.

3.1.1. Resultados de la determinación y análisis espacial de los campos de aplicación de las imágenes de satélites y los SIG es las zonas de uso actual con cultivo de Arroz (*Oriza sativa*), para conocer su distribución y delimitación en el ámbito de San Martín.

Tabla 9

Áreas de cultivo de arroz actual por provincias.

PROVINCIA	Superficie (Ha).
Bellavista	16,092
El Dorado	1,134
Huallaga	1,281
Lamas	881
Mariscal Cáceres	2,156
Moyobamba	7,611
Picota	6,339
Rioja	10,316
San Martín	4,451
Tocache	4,156
Total	54,415

Fuente: DRASAM.

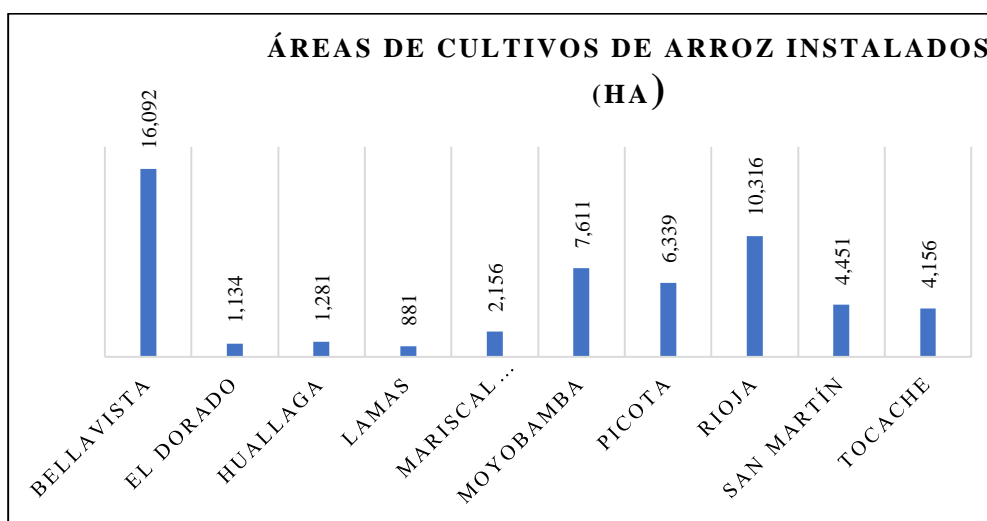


Figura 1. Áreas de cultivo de arroz actual por provincias.

Interpretación.

La tabla 9 y figura 1, nos muestra que el cultivo de arroz está en un total de 54,415 Has. (DRASAM, 2018); la provincia con mayor superficie de cultivo de arroz es Bellavista con 16,092 Has. (DRASAM, 2018), seguido por la provincia de Rioja con 10,316 has. (DRASAM, 2018); la provincia con menor superficie es Lamas con 881 has. (DRASAM, 2018).

Tabla 10

Áreas de cultivo de arroz instalado por distrito.

Provincia	Superficie (Ha)
Bellavista	16,092
San Rafael	5,020
Bellavista	1,960
Bajo Biavo	5.125
Huallaga	584
San Pablo	2,131
Alto Biavo	1,271
EL DORADO	1,134
Shatoja	57
Santa Rosa	599
San Martin	40
San Jose de Sisa	201
Agua Blanca	236
HUALLAGA	1,281
Tingo de Saposoa	233
Saposoa	55
Sacanche	297
Piscoyacu	364
El eslabón	322
Alto Saposoa	10
LAMAS	881
Zapatero	53
Tabalosos	36
Shanao	3
San Roque de Cumbaza	23
Rumizapa	62
Pinto Recodo	14
Lamas	9
Cuñumbuqui	42
Caynarachi	314
Barranquita	303
Alonso de Alvarado	21
MARISCAL CACERES	2,156

Provincia	Superficie (Ha)
Pajarillo	898
Pachiza	27
Juanjuí	320
Huicungo	30
Campanilla	882
MOYOBAMBA	7,611
Yantaló	377
Soritor	450
Moyobamba	3,862
Jepelacio	183
Habana	1,502
Calzada	1,237
PICOTA	6,339
Tres unidos	250
Tingo de Ponaza	866
Shamboyacu	126
San Hilarion	1,773
San Cristobal	378
Pucacaca	554
Pilluana	87
Picota	1,278
Caspizapa	898
Buenos aires	129
RIOJA	10,316
Yuracyacu	2,680
Yorongos	568
San Fernando	2,179
Rioja	525
Posic	449
Pardo Miguel	25
Nueva Cajamarca	1,363
Elias Soplín Vargas	185
Awajun	2,343
SAN MARTÍN	4,451
Tarapoto	481
Shapaja	159
Sauce	116
San Antonio	82
Morales	48
La Banda de Shilcayo	561
Juan Guerra	1,011
Huimbayoc	109
El Porvenir	48
Chipurana	29
Chazuta	135

Provincia	Superficie (Ha)
Cacatachi	929
Alberto Leveau	70
TOCACHE	4,156
Uchiza	1,467
Tocache	1,234
Shunte	24
Pólvara	781
Nuevo Progreso	650
Total	54,415

Fuente: DRASAM.

3.1.2. Identificar las áreas con condiciones edafoclimáticas que requiere el cultivo de Arroz (*Oriza sativa*), determinando las zonas aptas para el cultivo en la región San Martín.

a) Condiciones edafoclimática.

Tabla 11

Condiciones edafoclimáticas del cultivo de Arroz.

CONDICIONES EDAFOCLIMATICOS ARROZ		
VARIABLES	RANGO PROM.	ORDEN DE IMPORTANCIA - CALIDAD DE FRUTA
Textura	arcillosa (franco)	1°
Topografía	plano	2°
Profundidad se Suelo	profundo - moderadamente profundo	3°
TEMPERATURA -	28 - 35 (10 - 45)	4°
pH	6.6 (5-8)	5°
ALTITUD (msnm)	<1000	6°
PRECIPITACION ANUAL	1200 (<1000 - 1600)	7°

Fuente: DRASAM.

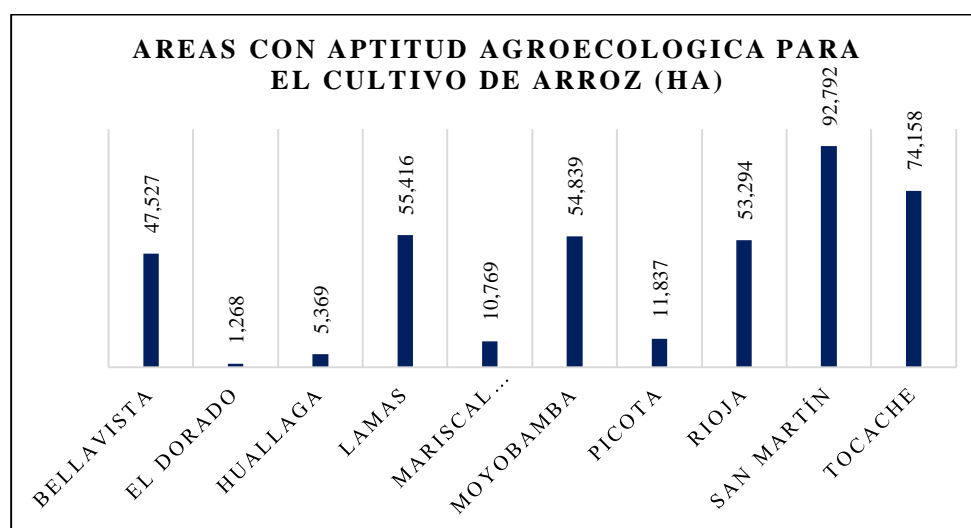
Interpretación.

La tabla 11 nos muestra las condiciones edafoclimáticas de las zonas aptas para el cultivo de arroz, las mismas que de acuerdo con el orden de importancia deben presentar una textura arcillosa (franco), topografía plano, profundo o moderadamente profundo, temperatura en un rango de 28 a 35 °C, pH entre 5.8 -6.6, altitud menor a los 1000 msnm. y presentar la precipitación anual de 1200 mm en promedio.

b) Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia.

Tabla 12*Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia.*

PROVINCIA	Superficie (Ha)
Bellavista	47,527
El Dorado	1,268
Huallaga	5,369
Lamas	55,416
Mariscal Cáceres	10,769
Moyobamba	54,839
Picota	11,837
Rioja	53,294
San Martín	92,792
Tocache	74,158
Total	407,269

Fuente: DRASAM.**Figura 2.** Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por provincia.

Interpretación.

La tabla 12 y figura 2, nos muestran que la región San Martín cuenta con 407,269 has. (DRASAM, 2018), de suelos aptos con capacidad agroecológica en el cual se

puede desarrollar la actividad de cultivo de arroz; la provincia con mayor superficie es San Martín con 92,792 has. (DRASAM, 2018), seguido por la provincia de Tocache con 74,158 has. (DRASAM, 2018). La provincia con menor superficie apta con capacidad agrológica para el cultivo de arroz es El Dorado con 1, 268 Has. (DRASAM, 2018).

Tabla 13

Áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de arroz por distrito.

PROVINCIA	Superficie (Ha)
BELLAVISTA	47,527
Alto Biavo	18,539
Bajo Biavo	7,102
Bellavista	8,069
Huallaga	1,565
San Pablo	3,624
San Rafael	8,629
EL DORADO	1,268
Agua Blanca	209
Santa Rosa	1,058
HUALLAGA	5,369
Alto Saposoa	109
El Eslabón	1,165
Piscocoyacu	780
Sacanche	1,481
Saposoa	651
Tingo De Saposoa	1,183
LAMAS	55,416
Barranquita	16,002
Caynarachi	38,955
Cuñumbuqui	23
Pinto Recodo	427
Rumisapa	10
MARISCAL CACERES	10,769
Campanilla	2,093
Huicungo	529
Juanjuí	2,562
Pachiza	1,061

PROVINCIA	Superficie (Ha)
Pajarillo	4,524
MOYOBAMBA	54,839
Calzada	9,785
Habana	6,685
Jepelacio	436
Moyobamba	28,324
Soritor	4,087
Yantaló	5,523
PICOTA	11,837
Buenos Aires	119
Caspisapa	2,057
Picota	2,306
Pilluana	806
Pucacaca	2,273
San Cristobal	1,043
San Hilarión	3,072
Tres Unidos	160
RIOJA	53,294
Awajún	14,712
Elías Soplín Vargas	829
Nueva Cajamarca	7,938
Pardo Miguel	3,274
Posic	5,113
Rioja	10,561
San Fernando	5,882
Yorongos	3,483
Yuracyacu	1,501
SAN MARTÍN	92,792
Chipurana	17,991
El Porvenir	10,490
Huimbayoc	31,368
Juan Guerra	1,941
La Banda De Shilcayo	345
Morales	329
Papaplaya	28,941
Tarapoto	1,386
TOCACHE	74,158

PROVINCIA	Superficie (Ha)
Nuevo Progreso	5,428
Pólvora	11,307
Tocache	20,471
Uchiza	36,953
Total	407,269

Fuente: DRASAM.

c) Áreas de arroz instalados en zonas con aptitud agroecológica para el cultivo arroz por provincia.

Tabla 14

Áreas de arroz instalados en zonas con aptitud agroecológica para el cultivo arroz por provincia.

PROVINCIA	Superficie (Ha)
Bellavista	11,183
El Dorado	260
Huallaga	959
Lamas	356
Mariscal Cáceres	753
Moyobamba	6,652
Picota	3,781
Rioja	6,709
San Martín	752
Tocache	2,512
Total	33,915

Fuente: DRASAM.

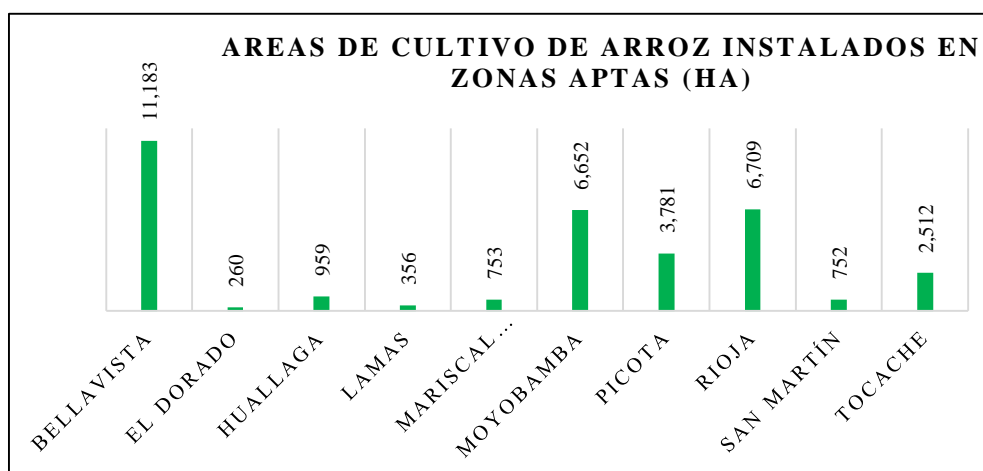


Figura 3. Áreas de arroz instalados en zonas con aptitud agroecológica para el cultivo arroz por provincia.

Interpretación.

La tabla 14 y figura 3 nos muestran que del total de áreas que en la actualidad se viene desarrollando el cultivo de arroz a nivel regional sólo 33,915 Has. (DRASAM, 2018), se encuentran dentro de las superficies aptas con capacidad agrológica para el cultivo de arroz que representa el 62% del total de áreas instaladas y el 8 % de las áreas aptas con capacidad agrológica para desarrollar el cultivo de arroz. La provincia de Bellavista con 11,183 has. (DRASAM, 2018), presenta mayor superficie de cultivo instalado en zonas aptas, seguido por la provincia de San Martín con 6,709 has. (DRASAM, 2018).

d) Áreas de cultivo de arroz instalados en zonas no aptas por provincia.

Tabla 15

Áreas de cultivo de arroz instalados en zonas no aptas por provincia.

PROVINCIA	Superficie (Ha)
Bellavista	4,909
El Dorado	874
Huallaga	322
Lamas	525
Mariscal Cáceres	1,404
Moyobamba	959
Picota	2,558
Rioja	3,607
San Martín	3,699
Tocache	1,644
Total	20,500

Fuente: DRASAM.

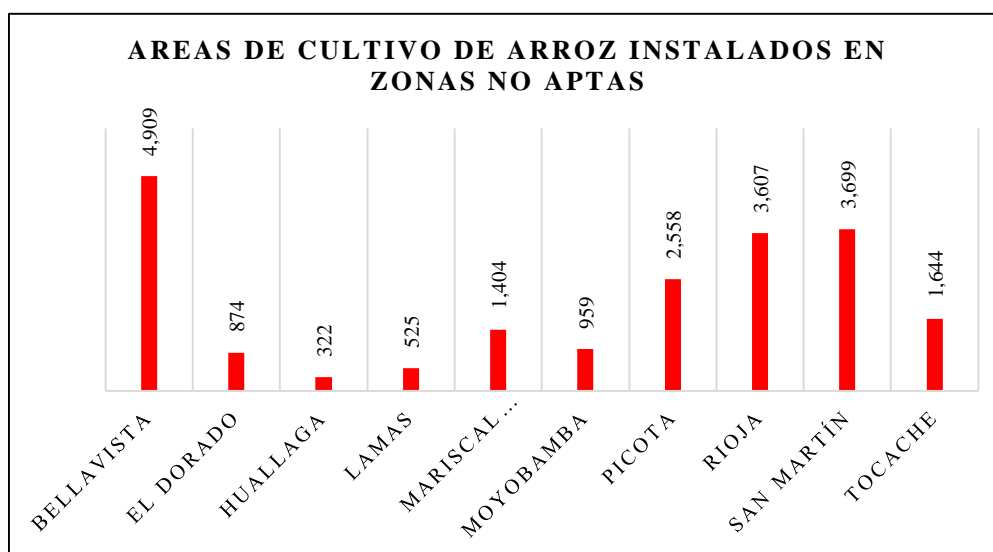


Figura 4. Áreas de cultivo de arroz instalados en zonas no aptas por provincia.

Interpretación.

La tabla 15 y figura 4, nos muestran que del total de áreas que en la actualidad se viene desarrollando el cultivo de arroz a nivel regional sólo 20,500 Has. (DRASAM, 2018), se encuentran dentro de las superficies NO aptas con capacidad agrológica para el cultivo de arroz que representa el 38% del total de áreas instaladas. La provincia de Bellavista con 4,909 has. (DRASAM, 2018), presenta mayor superficie de cultivo instalado en zonas no aptas, seguido por la provincia de San Martín con 3,699 has. (DRASAM, 2018).

3.1.3. Determinación y caracterización del impacto ambiental sobre el uso del territorio no aptas para el cultivo de arroz, en función de sus potencialidades edafoclimáticas.

Como metodología se siguieron los lineamientos de la Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales, en el marco del SEIA (Aprobada mediante R.M. N° 455-2018-MINAM). Considerado, como metodología de identificación y evaluación de impactos; el Análisis Matricial, adecuándolo a las condiciones de interacción entre los aspectos y los factores ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos en las áreas instalados con cultivo de arroz, con capacidad agrológica no apta para el cultivo.

Tabla 16

Componentes y factores ambientales considerados.

Medio afectado	Componente ambiental	Factor ambiental
Físico	Aire	Calidad del aire
	Agua superficial	Calidad del agua
	Suelo	Calidad del suelo
		Estructura del suelo
Biológico	Paisaje	Calidad de paisaje
	Flora	Hábitat de flora
	Fauna	Hábitat de fauna
Social	Social	Diversidad
		Producción Economía

Fuente: R.M. N° 455-2018-MINAM.

Tabla 17

Identificación de Impactos Ambientales.

Matriz de identificación de impactos ambientales		COMPONENTES AMBIENTALES									
		Aire	Agua Superficial	Suelo		Flora	Fauna		paisaje	Social	
Actividad del Proyecto	Aspecto Ambiental	Calidad de aire	Calidad del agua	Calidad de suelo	Estructura del suelo	Hábitat	Diversidad	Hábitat	Calidad de paisaje	Producción	Economía
Cultivo de arroz en zonas no aptas	Alteración del aire por uso de pesticidas	CA-01									
	Alteración del agua por uso de pesticidas		AG-01				AG-01	AG-01		AG-01	AG-01
	Alteración del agua por uso de agroquímicos y fertilizantes inorgánicos		AG-02							AG-02	AG-02
	Alteración del suelo por uso de pesticidas			CSU-01	CSU-01					CSU-01	CSU-01
	Alteración del suelo por uso de agroquímicos y fertilizantes			CSU-02	CSU-02					CSU-02	CSU-02
	Pérdida de la cobertura vegetal					CF-01					
	Pérdida de hábitat de fauna						FA-01				
	Alejamiento de especies de fauna							FA-02			

Modificación del paisaje	CP-01	CP-01	CP-01	CP-01	CP-01
Producción limitada					CS-01 CS-01
Pérdida del valor del predio					CS-02
Disminución de la economía		CS-01	CS-03		CS-01 CS-03
Riesgos ocupacionales					CS-04 CS-04

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 18*Leyenda de códigos de impactos.*

Leyenda	
CA-01	Alteración del aire por uso de pesticidas
AG-01	Alteración del agua por uso de pesticidas
AG-02	Alteración del agua por uso de agroquímicos y fertilizantes inorgánicos
CSU-01	Alteración del suelo por uso de pesticidas
CSU-02	Alteración del suelo por uso de agroquímicos y fertilizantes
CF-01	Pérdida de la cobertura vegetal
FA-01	Pérdida de hábitat de fauna
FA-02	Alejamiento de especies de fauna
CP-03	Modificación del paisaje
CS-01	Producción limitada
CS-02	Pérdida del valor del predio
CS-03	Disminución de la economía
CS-04	Riesgos ocupacionales

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 19*Escala de Valoración de Impactos Ambientales.*

Código	Factor de evaluación	Valoración	Descripción	Calificación
N	Naturaleza	Beneficioso	La acción causa una mejora en el factor ambiental.	+
		Perjudicial	La acción causa una alteración dañina en el factor ambiental.	-
IN	Intensidad	Baja o mínima	La afeción es mínima o poco significativa.	1
		Media	La afectación es de intensidad media.	2
		Alta	La afectación es de intensidad alta.	4
		Muy Alta	La afectación es de intensidad notable o de intensidad muy alta.	8
		Total	Destrucción total del factor ambiental	12
EX	Extensión	Puntual	Efecto muy localizado.	1
		Parcial	El efecto es un área parcial	2
		Extenso	El efecto es un área extensa	4

Código	Factor de evaluación	Valoración	Descripción	Calificación
		Total	Efecto generalizado	8
		Crítico	Efecto critico en el factor ambiental	+4
		Largo Plazo	Cuando el efecto es mas de 10 años	1
		Medio Plazo	Cuando el efecto va de 1 a 10 años	2
MO	Momento	Corto Plazo	Cuando el efecto es menor a 1 año	3
		Inmediato	Cuando el efecto es inmediato	4
		Crítico	Cuando el plazo es critico	(+4)
		Fugaz o momentáne o	El efecto es menor a 1 año	1
PE	Persistencia	Temporal	De 1 a 10 años	2
		Persistente	De 10 a 15 años.	3
		Permanente	Mayor a 15 años.	4
		Corto plazo	Menor a 1 año	1
		Mediano plazo	Tiempo de 1 a 10 años	2
RV	Reversibilidad	Largo Plazo	Entre 10 a 15 años	3
		Irreversible	Periodo mayor a 15 años	4
		Recuperable de manera Inmediata	Inmediato	1
		Recuperable a Corto plazo	Menor a 1 año	2
MC	Recuperabilidad	Recuperable a mediano plazo	Entre 1 y 10 años	3
		Mitigable	Entre 10 y 15 años	4
		Irrecuperable	Mayor a 15 años	8
		Sin sinergismo o simple	No hay sinergismo	1
SI	Sinergia			





Código	Factor de evaluación	Valoración	Descripción	Calificación
AC	Acumulación	Sinergismo moderado	Sinergia moderada	2
		Muy sinérgico	Alta sinergia	4
		Simple Acumulativo	Sinergia baja	1
EF	Efecto	Indirecto o secundario	Cuando hay suma de efectos.	4
		Directo o primario	El efecto no es directo	1
PR	Periodicidad	Irregular	El efecto es directo	4
		Periódico	Permanencia irregular	1
		Continuo	Intermitente	2
			Constante en el tiempo	4

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Conesa Fernández – Vítora, 4a. Ed., 2010.

Los valores tomados en cuenta son según la guía de evaluación de impactos de Vicente Conesa, cuyos valores se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 20

Jerarquía de los impactos.

Medida del impacto	Rango de valorización	Simbología
Irrelevante (*)	<25	
Moderado	[25 - 50>	
Severo	[50 - 75>	
Crítico	≥75	

(*): Compatibles, si la naturaleza del impacto es positiva.

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, V. Conesa Fdez. – Vítora, 4a. Ed., 2010

Tabla 21*Evaluación de impactos ambientales.*

Actividad	Componentes Ambiental	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Criterios de evaluación											Importancia	Resultados
				NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Cultivo de arroz en áreas no aptas	AIRE	Alteración del aire por uso de pesticidas	CA-01	-	3	8	4	2	3	2	1	4	4	3	-34	MODERADO
	AGUA, FAUNA, SOCIAL	Alteración del agua por uso de pesticidas	AG-01	-	12	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-51	SEVERO
	AGUA, SOCIAL	Alteración del agua por uso de agroquímicos y fertilizantes	AG-02	-	12	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-51	SEVERO
	SUELO, SOCIAL	Alteración del suelo por uso de pesticidas	CSU-01	-	12	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-51	SEVERO
	SUELO, SOCIAL	Alteración del suelo por uso de agroquímicos y fertilizantes	CSU-02	-	12	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-51	SEVERO
	FLORA	Pérdida de la cobertura vegetal	CF-01	-	3	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-42	MODERADO
	FAUNA	Pérdida de hábitat de fauna	FA-01	-	3	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-42	MODERADO
	FAUNA	Alejamiento de especies de fauna	FA-02	-	1	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-40	MODERADO
	AGUA, FLORA, FAUNA, PAISAJE	Modificación del paisaje	CP-01	-	8	8	4	4	3	4	4	4	4	4	-47	MODERADO
	SOCIAL	Producción limitada	CS-01	-	4	8	2	4	3	2	4	4	4	4	-39	MODERADO
	SOCIAL	Pérdida del valor del predio	CS-02	-	4	8	2	4	3	2	4	4	4	4	-39	MODERADO
	SUELO, SOCIAL	Disminución de la economía	CS-03	-	4	8	2	4	3	2	4	4	4	4	-39	MODERADO
SOCIAL	Riesgos ocupacionales	CS-04	-	4	8	2	4	3	2	1	4	4	4	-36	MODERADO	

Fuente: Elaboración propia - 2021.

Interpretación:

El desarrollo de cultivo de arroz en áreas con capacidad agroecológicas no aptas para el cultivo, genera un impacto SEVERO en el componente agua, suelo y aspecto social; un nivel de impacto ambiental MODERADO en los componentes aire, flora, fauna, paisaje, cuyo proceso de reversibilidad en caso de no continuar con el cultivo de arroz demandaría de una periodicidad de entre 10 a 15 años. Dentro de los aspectos ambientales se consideró la alteración del aire por uso de pesticidas, alteración del agua por uso de pesticidas, agroquímicos y fertilizantes, alteración del suelo por uso de pesticidas, agroquímicos y fertilizantes, pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de hábitats, alejamiento de especies, modificación del paisaje, producción limitada, pérdida del valor del predio, disminución de la economía y riesgos ocupacionales.

3.2. Discusión de resultados.

- De los resultados obtenidos mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfica -SIG para el cálculo de las áreas con cultivo de arroz en el ámbito regional se establece que se cuenta con 54,415 has. (DRASAM, 2018), los cuales se encuentran distribuidos en las 10 provincias y con mayor extensión en la provincia de Bellavista 16,092 has. (DRASAM, 2018), Rioja con 10,316 has. (DRASAM, 2018), y en menor extensión en la provincia de Lamas con 881 has. (DRASAM, 2018). El Sistema de Información Geográfica nos permite en tiempo real conocer las superficies de cultivos, para monitorear el avance de la frontera agrícola y uso de tecnología. Ello contrasta con lo investigado por (López, 2011), quien establece que el Sistema de Información Geográfica - SIG posibilita extrapolar los resultados y contar con la información digitalizada y actualizada, facilitando la integración con datos morfológicos y analíticos, de tal manera permita la óptima caracterización y evaluación de las tierras en estudio de manera casi inmediata.
- Las características edafoclimáticas de las áreas para el cultivo de arroz determinan su productividad y rentabilidad, como la textura en su condición de arcillo o franco arcilloso, topografía plana, suelos profundos o moderadamente profundo, altitud menor a los 1000 m.s.n.m., pH con rango de 5.8 – 6.6, precipitación anual promedio de 1200 mm y temperaturas y temperaturas entre cálidas y templadas. Tomando las

características edafoclimáticas descritas y mediante el Sistema de Información Geográfica se determinó que la región San Martín cuenta con una extensión total con suelos aptos para el cultivo de arroz de 407,269 has. (DRASAM, 2018). la provincia con mayor extensión es San Martín 92,792 has. (DRASAM, 2018), y el de menor extensión la provincia de El Dorado con 1,268 has. (DRASAM, 2018), el cual permitirá planificar y reorientar el crecimiento de las áreas de cultivo teniendo en cuenta su condición edafoclimática para una mejor productividad y rentabilidad. Así lo indica en su investigación (Rodríguez, 2000), quien determinó que las posibilidades que brindan estas nuevas herramientas (SIG) de cuantificar los recursos detalladamente, para una adecuada planificación de manera flexible y que ayude en la toma de decisiones. El empleo de los SIG permite obtener mapas orientadores de manera temática

- Evaluado la superposición de áreas con cultivo de arroz instalados, con respecto a las áreas con características edafoclimáticas y potencial agroecológico se determinó que sólo 33,915 has. (DRASAM, 2018), se encuentran dentro de las superficies aptas que representa el 62% del total de áreas instaladas y 8 % del total de áreas con potencial edafoclimáticos para el cultivo de arroz. Del total de áreas instaladas actual con cultivos de arroz 20,500 has. (DRASAM, 2018), que representa el 38 % se encuentran en zonas no aptas para el cultivo de arroz, la provincia de Bellavista con 4,909 has. (DRASAM, 2018), presenta mayor superficie, seguido por la provincia de San Martín con 3.699 has. (DRASAM, 2018). Desarrollar la actividad en zonas aptas para el cultivo garantiza mayor productividad y rentabilidad, lo cual no sucede con el desarrollo de cultivo de arroz en zonas que no son aptas, el cual incrementa el costo de producción por el mayor uso de insumos agropecuarios, agroquímicos, fertilizantes, mano de obra, forzando a los productores a gestionar fuentes de financiamiento de la banca comercial para coberturar sus costos durante el periodo productivo. Ello contrasta con lo investigado por (Castillo, 2008), manifiesta el cultivo de Arroz dispone de suelos de capacidad arable e irrigable, y representa el principal cultivo de importancia económica dinamizando la economía local. Asimismo, hace referencia a la ecuación de regresión calculada en la cual encontró que la variable explicada beneficio costo (BC), tiene una relación inversa (-) con el costo de producción (CP); explicada en el sentido de que la rentabilidad del cultivo de arroz se incrementa cuando el costo de producción promedio disminuye.

- Conocer el impacto ambiental que en la actualidad se viene sucitando a causa del cultivo de arroz en áreas no aptas según las características edafoclimáticos nos permite identificar la afectación de este sobre los componentes del territorio y los actores directos como parte del componente social. En ese sentido se determinó un impacto SEVERO en el componente agua, suelo y aspecto social; un nivel de impacto ambiental MODERADO en los componentes aire, flora, fauna, paisaje, cuyo proceso de reversibilidad en caso de no continuar con el cultivo de arroz demandaría de una periodicidad de entre 10 a 15 años. Lo descrito anteriormente se relaciona con lo investigado sobre los cambios de uso del territorio por (Ramos, 2004), quien concluye los tipos de vegetación sufrieron, en general, degradación muy severa, convirtiéndose en áreas de pastizales, disminución de las zonas capacidad agrícola para otros cultivos.

CONCLUSIONES

- Mediante el uso del Sistema de Información Geográfica – SIG se determinó que la región San Martín se viene cultivando un total de 54,415 Has. (DRASAM, 2018), de arroz. La provincia con mayor superficie de cultivo de arroz es Bellavista con 16,092 Has. (DRASAM, 2018), seguido por la provincia de Rioja con 10,316 has. (DRASAM, 2018); la provincia con menor superficie es Lamas con 881 has. (DRASAM, 2018).
- La región San Martín cuenta con 407,269 has. (DRASAM, 2018), de suelos aptos con capacidad agroecológica en el cual se puede desarrollar la actividad de cultivo de arroz determinados a través del Sistema de Información Geográfica -SIG; la provincia con mayor superficie es San Martín con 92,792 has. (DRASAM, 2018), seguido por la provincia de Tocache con 74,158 has. (DRASAM, 2018). La provincia con menor superficie apta con capacidad agrológica para el cultivo de arroz es El Dorado con 1, 268 Has. (DRASAM, 2018).
- En la actualidad en sólo 33.915 has. (DRASAM, 2018), se viene desarrollando el cultivo de arroz a nivel regional en superficies aptas con capacidad agrológica para el cultivo de arroz que representa el 62% del total de áreas instaladas y el 8 % de las áreas aptas con capacidad agrológica para desarrollar el cultivo de arroz; y 20,500 Has. (DRASAM, 2018), se encuentran dentro de las superficies NO aptas con capacidad agrológica para el cultivo de arroz que representa el 38% del total de áreas instaladas.
- El desarrollo del cultivo de arroz en áreas con capacidad agroecológicas no aptas para el cultivo, genera un impacto ambiental SEVERO en el componente agua, suelo y aspecto social; un nivel de impacto ambiental MODERADO en los componentes aire, flora, fauna, paisaje, cuyo proceso de reversibilidad en caso de no continuar con el cultivo de arroz demandaría de una periodicidad de entre 10 a 15 años.

RECOMENDACIONES

- Para el ordenamiento del territorio en cuanto a las prácticas agropecuarias es necesaria contar con la zonificación agroecológica (ZAE), el cual identificará, ordenará, limitará y potenciará las actividades de los agricultores, el cual permitirá tener un crecimiento positivo en el marco del desarrollo sostenible.
- Declarar de interés regional la zonificación agro territorial en el departamento de San Martín, para el reordenamiento de las áreas de cultivo de arroz.
- Fortalecer capacidades de los profesionales de instituciones públicas y privadas que promueven el desarrollo de actividades agropecuarias en base a las características edafoclimáticas en la región.
- Incentivar a los gobiernos locales promover la planificación económica – productiva en base a la priorización de los cultivos en función a su capacidad edafoclimática.
- A través del Gobierno Regional y Dirección Regional de Agricultura realizar capacitación y asistencia técnica sobre el uso de suelo con potencial edafoclimática para el cultivo de arroz.
- Promover investigación en las zonas no aptas para el cultivo de arroz sobre cultivos alternativos de acuerdo a su potencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALCAZAR, G. Desarrollo de un modelo SIG para el manejo de imágenes multiespectrales orientado a la agricultura de precisión. Lima. 2011.
- BASSO et al. La iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía. Argentina. 2011.
- BOSQUE, G. El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. España. 2000.
- BUZAI, D. Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica. Argentina. 2006.
- CASTILLO, D. Desarrollo económico de los productores de arroz de la provincia de San Martín. Perú. 2008.
- DEGIOVANNI, B. Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). Colombia. 2010.
- DIRECCION Regional de Agricultura San Martín-DRASAM. 2018
- GRANDEZ, CH. Efectos de la aplicación del producto GSI-36 como bioestimulador enraizador sobre la semilla de arroz (*Oryza sativa*), variedad capirona bajo condiciones de laboratorio. Perú. 2008.
- GOBIERNO Regional de San Martín. Zonificación ecológica y económica de San Martín. Perú. 2005.
- LARRY, C. Manual de evaluación de impacto ambiental. Perú. 1999.
- LIZARAZO, A. Aplicaciones de la agricultura de precisión en palma de aceite e híbrido O x G. Colombia. 2011.
- LÓPEZ Et Al. Aplicación de sistemas de información geográfica a la caracterización y evaluación de las tierras del perímetro de riego de Caia. Portugal. 2011.
- MINISTERIO del Ambiente. Ley general del ambiente. Perú. 2005.

- MINISTERIO del Ambiente. Compendio de legislación peruana. Perú. 2010.
- MONCAYO, H. Elaboración de un SIG agrícola con la ayuda de una aplicación web. Ecuador. 2012.
- ORTIZ, G. Rendimiento del cultivo de arroz (*Oriza sativa*) CV- La esperanza -INIA509, con tres distanciamientos y diferente número de plantas por golpe, bajo riego en Tocache-San Martín. Perú. 2019.
- PÉREZ, G. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: caso del café y palma. México. 2006.
- PINEDA et al. Análisis de cambio del uso del suelo en el estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. México. 2009.
- RAMOS et al. Cambios de uso de suelos mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera. México. 2004.
- RODRIGUEZ, L. Planificación de recursos para la modernización de los sistemas arroceros mediante el empleo de modelos de simulación SIG. Cuba. 2000.
- UBALDE et al. Monitorización de los cambios de uso del suelo en la cabecera de cuenca de la ribera salada mediante fotografía aérea y S.I.G. España. 1 999.
- VILLA et al. Zonificación agroecológica de hortalizas involucrando grados de riesgo. España. 2001.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de organización de información para procesamiento SIG.

ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
MOYOBAMBA	YANTALO	220106	ARROZ		NO APTA					20
MOYOBAMBA	CALZADA	220102	ARROZ		NO APTA					316
MOYOBAMBA	HABANA	220103	ARROZ		NO APTA					26
MOYOBAMBA	SORITOR	220105	ARROZ		NO APTA					50
BELLAVISTA	HUALLAGA	220204	ARROZ		NO APTA					1
EL DORADO	AGUA BLANCA	220302	ARROZ		NO APTA					226
HUALLAGA	EL ESLABON	220403	ARROZ		NO APTA					41
HUALLAGA	SACANCHE	220405	ARROZ		NO APTA					129
HUALLAGA	TINGO DE SAPOSOA	220406	ARROZ		NO APTA					52
HUALLAGA	PISCOYACU	220404	ARROZ		NO APTA					56
HUALLAGA	SAPOSOA	220401	ARROZ		NO APTA					35

ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
HUALLAGA	ALTO SAPOSOA	220402	ARROZ		NO APTA					8
MARISCAL CACERES	PAJARILLO	220605	ARROZ		NO APTA					8
MARISCAL CACERES	JUANJUI	220601	ARROZ		NO APTA					185
MARISCAL CACERES	HUICUNGO	220603	ARROZ		NO APTA					0
MARISCAL CACERES	PACHIZA	220604	ARROZ		NO APTA					26
SAN MARTÍN	CHIPURANA	220905	ARROZ		NO APTA					10
SAN MARTÍN	CACATACHI	220903	ARROZ		NO APTA					929
SAN MARTÍN	TARAPOTO	220901	ARROZ		NO APTA					193
SAN MARTÍN	SHAPAJA	220914	ARROZ		NO APTA					104
TOCACHE	TOCACHE	221001	ARROZ		NO APTA					388
TOCACHE	UCHIZA	221005	ARROZ		NO APTA					139
TOCACHE	SHUNTE	221004	ARROZ		NO APTA					18

ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
TOCACHE	NUEVO PROGRESO	221002	ARROZ		NO APTA					22
TOCACHE	POLVORA	221003	ARROZ		NO APTA					202
SAN MARTÍN	MORALES	220910	ARROZ		NO APTA					672
SAN MARTÍN	SAN ANTONIO	220912	ARROZ		NO APTA					75
SAN MARTÍN	LA BANDA DE SHILCAYO	220909	ARROZ		NO APTA					491
EL DORADO	SAN JOSE DE SISA	220301	ARROZ		NO APTA					201
EL DORADO	SHATOJA	220305	ARROZ		NO APTA					57
EL DORADO	SAN MARTÍN	220303	ARROZ		NO APTA					40
MOYOBAMBA	JEPELACIO	220104	ARROZ		NO APTA					178
SAN MARTÍN	EL PORVENIR	220906	ARROZ		NO APTA					43
LAMAS	LAMAS	220501	ARROZ		NO APTA					9
LAMAS	CAYNARACHI	220504	ARROZ		NO APTA					56

ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
LAMAS	ALONSO DE ALVARADO	220502	ARROZ		NO APTA					21
LAMAS	BARRANQUITA	220503	ARROZ		NO APTA					154
LAMAS	CUÑUMBUQUI	220505	ARROZ		NO APTA					42
LAMAS	ZAPATERO	220511	ARROZ		NO APTA					53
LAMAS	TABALOSOS	220510	ARROZ		NO APTA					36
LAMAS	SHANAO	220509	ARROZ		NO APTA					3
LAMAS	SAN ROQUE DE CUMBAZA	220508	ARROZ		NO APTA					22
LAMAS	PINTO RECODO	220506	ARROZ		NO APTA					12
LAMAS	RUMISAPA	220507	ARROZ		NO APTA					62
MOYOBAMBA	MOYOBAMBA	220101	ARROZ		NO APTA					362
SAN MARTÍN	JUAN GUERRA	220908	ARROZ		NO APTA					765
EL DORADO	SANTA ROSA	220304	ARROZ		NO APTA					349

ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
BELLAVISTA	BELLAVISTA	220201	ARROZ		NO APTA					187
BELLAVISTA	SAN PABLO	220205	ARROZ		NO APTA					798
BELLAVISTA	SAN RAFAEL	220206	ARROZ		NO APTA					33
PICOTA	PICOTA	220701	ARROZ		NO APTA					34
PICOTA	SAN HILARION	220707	ARROZ		NO APTA					26
PICOTA	SAN CRISTOBAL	220706	ARROZ		NO APTA					6
PICOTA	CASPISAPA	220703	ARROZ		NO APTA					50
SAN MARTÍN	ALBERTO LEVEAU	220902	ARROZ		NO APTA					0
PICOTA	PUCACACA	220705	ARROZ		NO APTA					62
PICOTA	BUENOS AIRES	220702	ARROZ		NO APTA					128
PICOTA	PILLUANA	220704	ARROZ		NO APTA					1
SAN MARTÍN	CHAZUTA	220904	ARROZ		NO APTA					32

ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
SAN MARTÍN	HUIMBAYOC	220907	ARROZ		NO APTA					2
RIOJA	PARDO MIGUEL	220805	ARROZ		NO APTA					0
RIOJA	AWAJUN	220802	ARROZ		NO APTA					172
RIOJA	SAN FERNANDO	220807	ARROZ		NO APTA					520
RIOJA	NUEVA CAJAMARCA	220804	ARROZ		NO APTA					248
RIOJA	YURACYACU	220809	ARROZ		NO APTA					2,438
RIOJA	POSIC	220806	ARROZ		NO APTA					3
RIOJA	ELIAS SOPLIN VARGAS	220803	ARROZ		NO APTA					116
RIOJA	RIOJA	220801	ARROZ		NO APTA					1
RIOJA	YORONGOS	220808	ARROZ		NO APTA					11
MOYOBAMBA	YANTALO	220106	ARROZ	ARROZ	APTA					357
MOYOBAMBA	CALZADA	220102	ARROZ	ARROZ	APTA					921

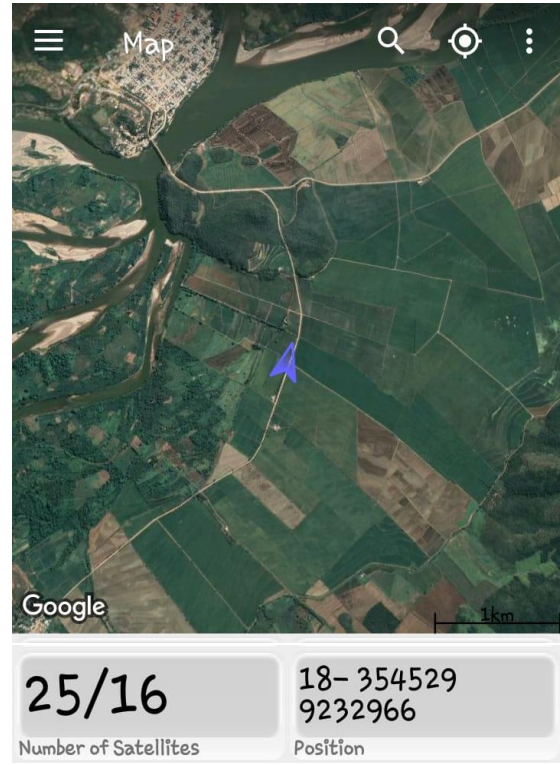
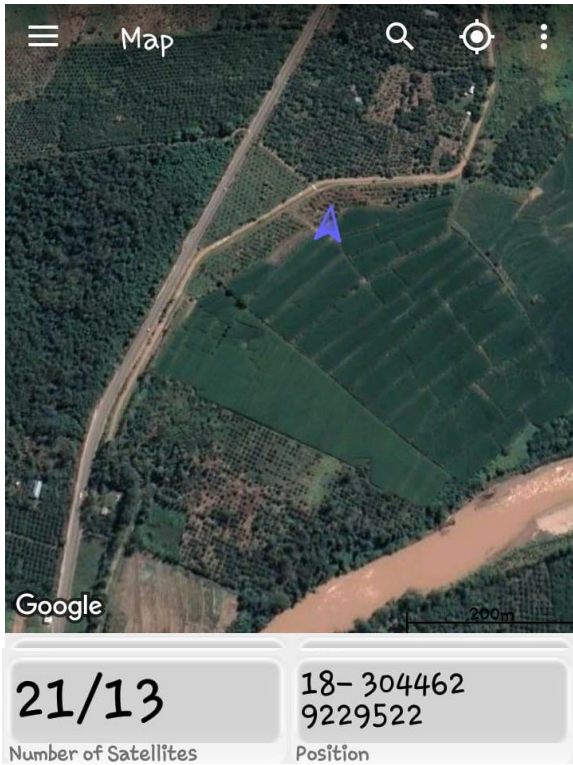
ÁREA HA.										54,415
PROVINCIA	DISTRITO	UBIGEO	PRESENCIA	APTITUD	TIPO DE ZONA	ANP	CATE_ANP	CODIGO	NOMBRE	AREA_HA
MOYOBAMBA	HABANA	220103	ARROZ	ARROZ	APTA					1,476
MOYOBAMBA	SORITOR	220105	ARROZ		NO APTA	Zona de Amortiguamiento ANP		BP06	Alto Mayo	0
MOYOBAMBA	SORITOR	220105	ARROZ	ARROZ	APTA					400
BELLAVISTA	HUALLAGA	220204	ARROZ		NO APTA	Zona de Amortiguamiento ANP		PN09	Cordillera Azul	357
BELLAVISTA	HUALLAGA	220204	ARROZ	ARROZ	APTA					1
BELLAVISTA	ALTO BIAVO	220202	ARROZ		NO APTA	Área Natural Protegida	Parques Nacionales	PN09	Cordillera Azul	17
BELLAVISTA	ALTO BIAVO	220202	ARROZ		NO APTA	Área Natural Protegida	Parques Nacionales	PN09	Cordillera Azul	31
BELLAVISTA	ALTO BIAVO	220202	ARROZ		NO APTA	Zona de Amortiguamiento ANP		PN09	Cordillera Azul	695

Anexo N° 2: Evidencias fotográficas.

1. Contratación en campo y análisis satelital de zonas de cultivo.



2. Imágenes de capturas de procesamiento y análisis satelital.



3. Imágenes del proceso productivo del cultivo de arroz.

Camas almacigueras.



Repique campo definitivo.



Abonado - fertilización.



Fumigación.

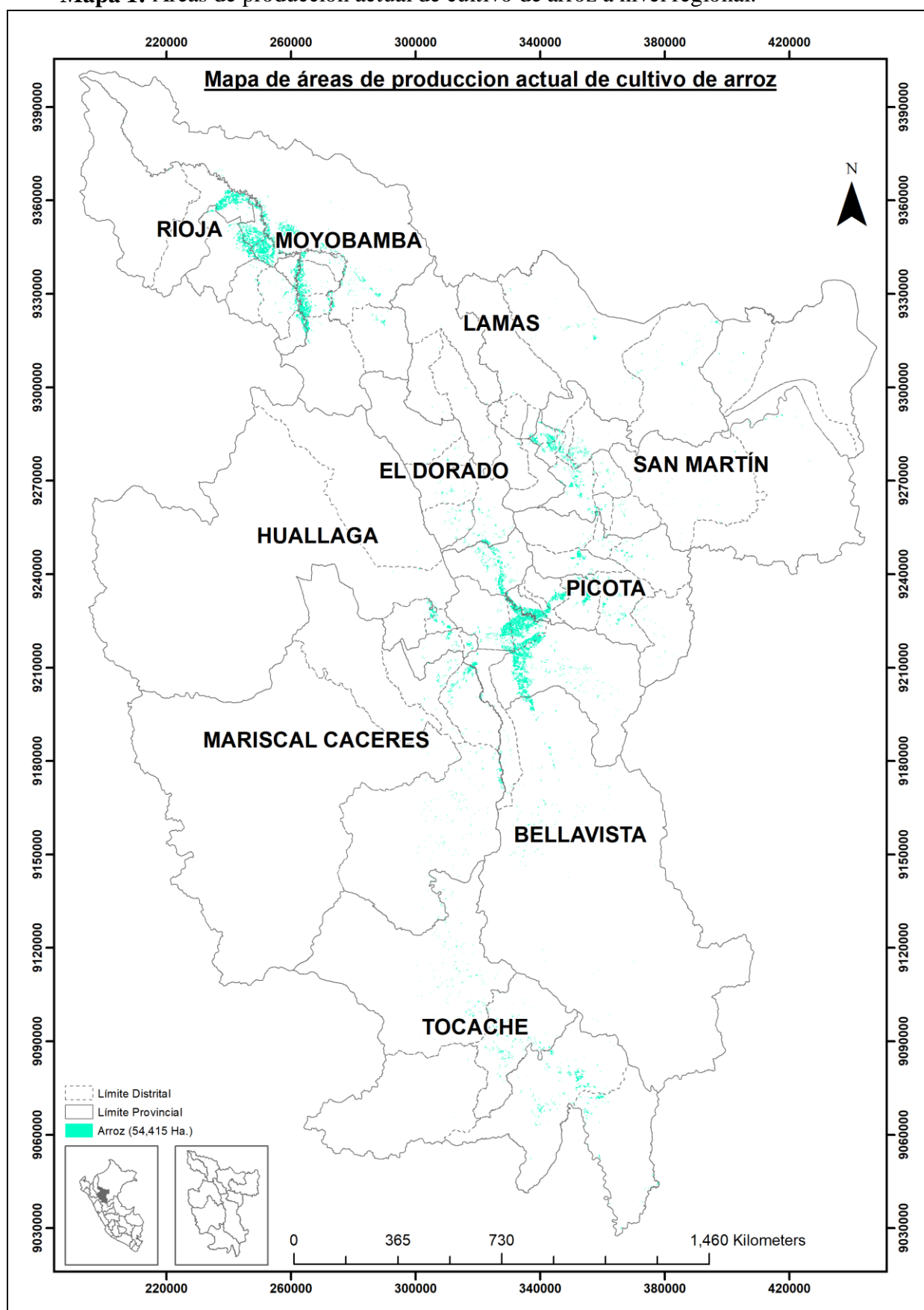


Brote de vaina y maduración.

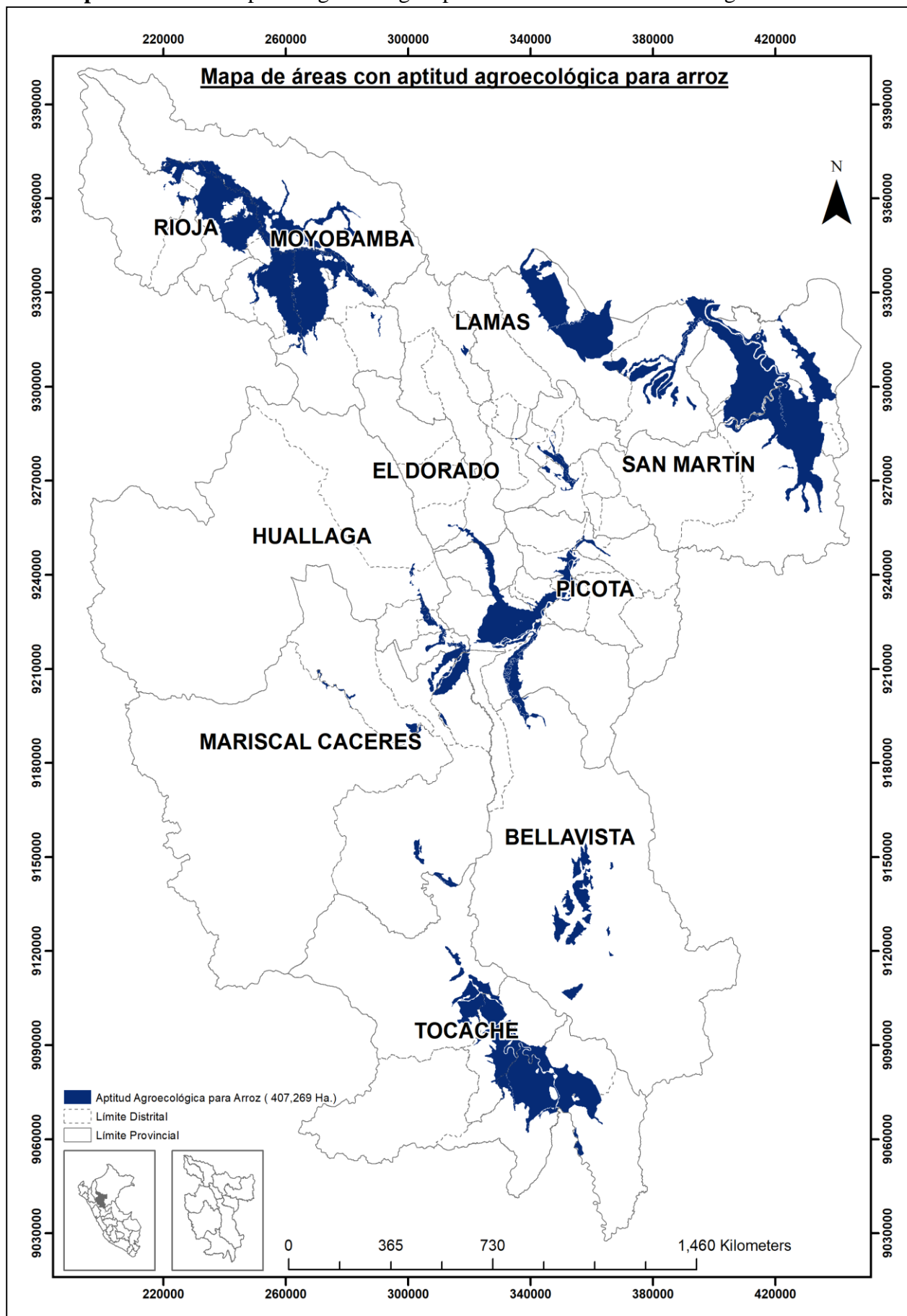


Anexo N° 3: Cartografía.

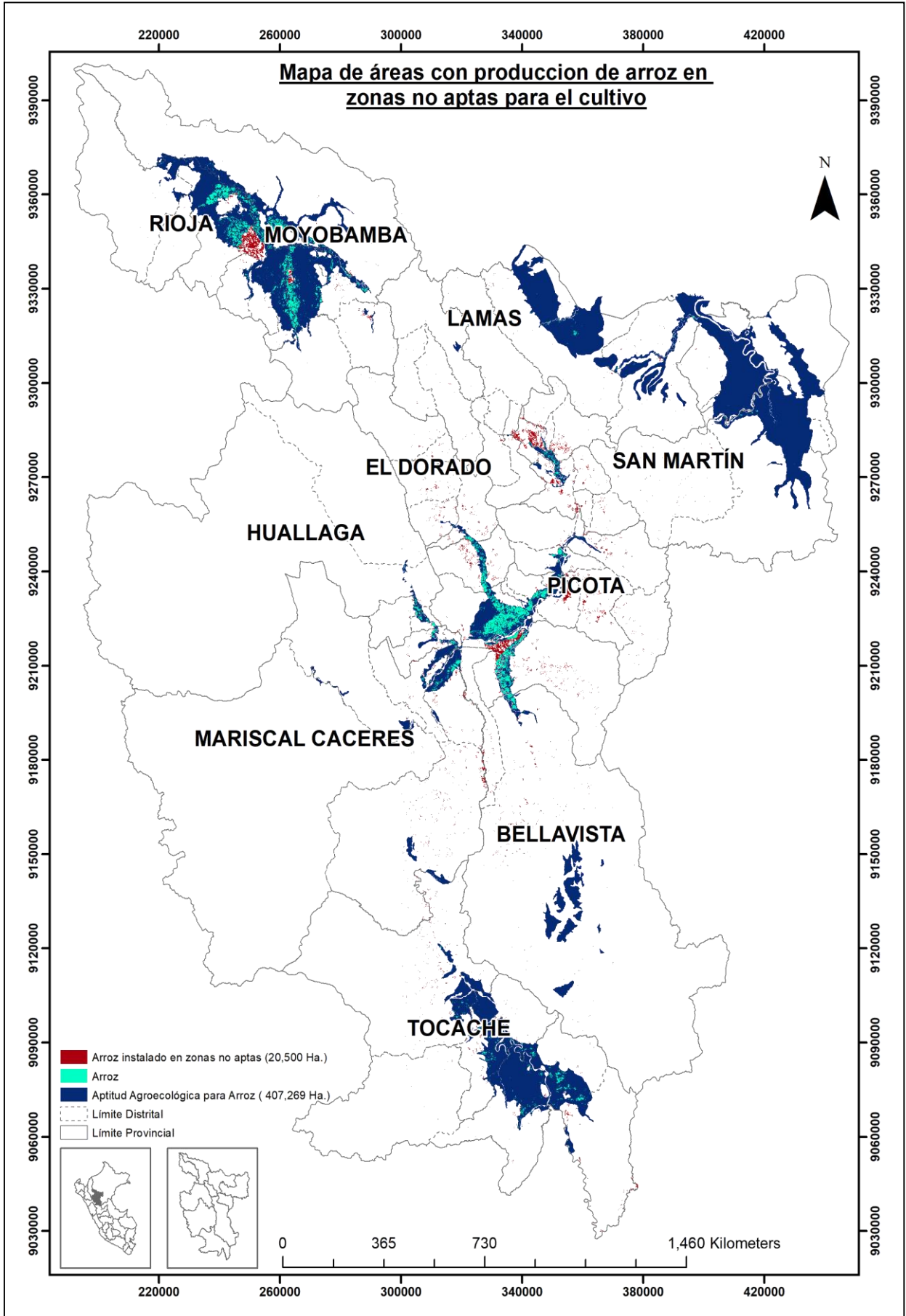
Mapa 1: Áreas de producción actual de cultivo de arroz a nivel regional.



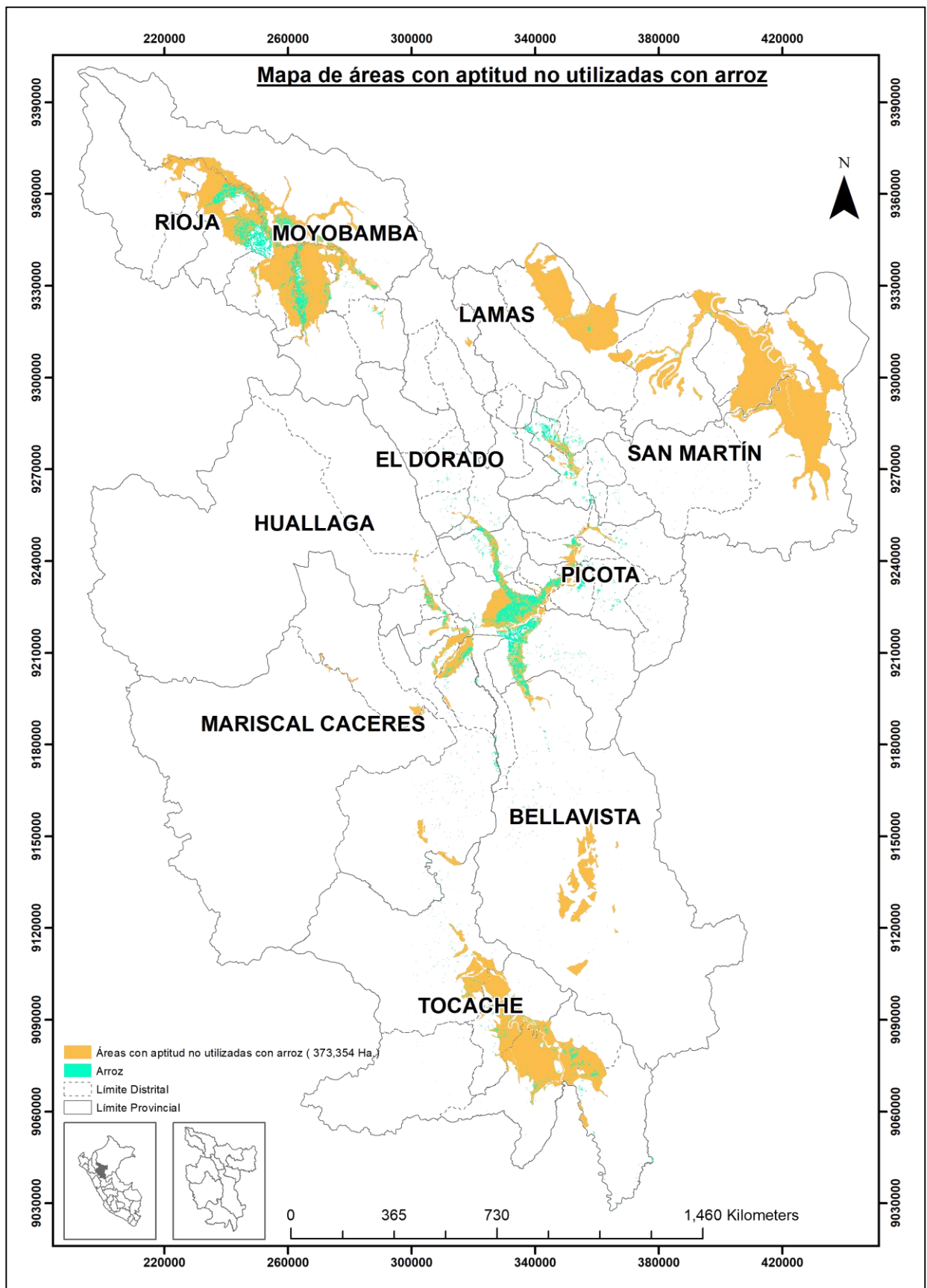
Mapa 2: Áreas con aptitud agroecológica para cultivo de arroz a nivel regional.



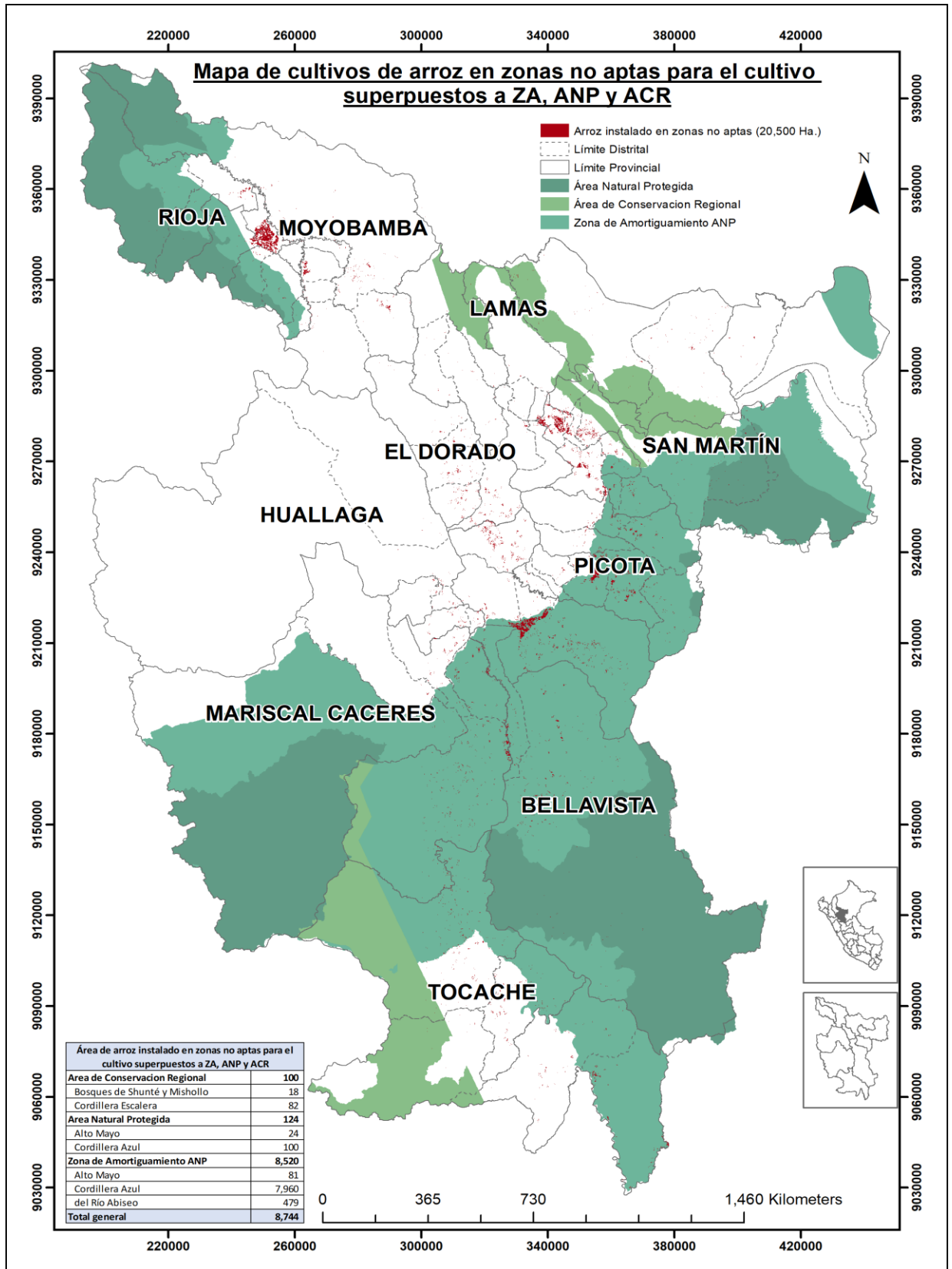
Mapa 3: Áreas de producción actual de cultivo de arroz en zonas no aptas a nivel regional.



Mapa 4: Áreas aptas para cultivo de arroz no utilizadas a nivel regional.



Mapa 5: Áreas aptas para cultivo de arroz en zonas no aptas para el cultivo ubicados en Zonas de Amortiguamiento de Áreas Naturales Protegidas y Áreas de conservación regional



Determinación espacial del uso territorial con cultivo de arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019

por René Gabriel Bartra Leveaú

Fecha de entrega: 19-jul-2023 08:01a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2133552384

Nombre del archivo: MAEST.GEST.AMB._Ren_Gabriel_Bartra.docx (6.17M)

Total de palabras: 12409

Total de caracteres: 65592

Determinación espacial del uso territorial con cultivo de arroz acorde con sus exigencias edafoclimáticas e impacto ambiental, San Martín 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	DEL AGUILA SANDOVAL CHARLES SMITH. "DIA del Proyecto Instalación de Grifo Rural con Almacenamiento en Cilindros El Shanahuino-IGA0018926", R.D.R. N° 018-2021-GRSM/DREM, 2022	<1%