



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Creada por Ley N° 29304

COMISIÓN ORGANIZADORA

"Año de la Esperanza y del Fortalecimiento de la Democracia"



RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA

N° 101-2026-CCO-UNJ

Jaén, 02 de febrero de 2026

VISTOS:

La Carta N° 002-2025-UNJ/D, de fecha 10 de diciembre de 2025, emitida por el Docente Responsable Dr. Cirilo Mario Caira Mamani; Acta de Revisión de Informe Final de Actividad de Responsabilidad Social Universitaria II: "Cálculo de Precipitación y Evapotranspiración en Relación de la Demanda de Agua de Cultivo de Arroz, de septiembre a diciembre en la Zona Yanuyacu Bajo-Jaén"; Oficio N° 009-2026-UNJ/VPA/DRSU, recepcionado con fecha 26 de enero de 2026, emitido por la Directora de Responsabilidad Social Universitaria; Oficio N° 108-2026-UNJ-P/VPACAD, recepcionado con fecha 29 de enero de 2026, emitido por la Vicepresidenta Académica; Acuerdo N° 107-2026-SO-CCO-UNJ, de Sesión Ordinaria de Consejo de Comisión Organizadora N° 04-2026-SO-CCO-UNJ, de fecha 02 de febrero de 2026, y;

CONSIDERANDO:

Que, conforme al Cuarto párrafo del Artículo 18° de la Constitución Política del Estado, concordante con el Artículo 8° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, así como con el Artículo 6° del Estatuto de la Universidad Nacional de Jaén, el Estado reconoce la autonomía universitaria en su régimen normativo, de gobierno, académico, investigación, administrativo y económico;

Que, el Artículo 29° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que la Comisión Organizadora tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno, de acuerdo a la citada Ley;

Que, el numeral 5.2 de la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021, modificado por Resolución Viceministerial N° 055-2022-MINEDU, y la Resolución Viceministerial N° 053-2023-MINEDU, establece que, la Comisión Organizadora tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento; así como, la conducción y dirección de la universidad hasta la constitución de los órganos de gobierno;

Que, mediante Ley 27658, Ley Marco de la Modernización de la Gestión del Estado, se faculta a las entidades a regular sus procesos para la obtención de mayores niveles de eficiencia a fin de brindar una mejor atención a la ciudadanía, priorizando y optimizando el uso de recursos públicos;

Que, por su parte, el artículo 48 de la Ley Universitaria, establece que: *"La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional"*;

Que, asimismo el Artículo 124° de la norma citada, señala que: *"La responsabilidad social universitaria es la gestión ética y eficaz del impacto generado por la universidad en la sociedad debido al ejercicio de sus funciones: académica, de investigación y de servicio de extensión y participación en el desarrollo nacional en sus diferentes niveles y dimensiones; incluye la gestión del impacto producido por las relaciones entre los miembros de la"*





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISIÓN ORGANIZADORA



N° 101-2026-CCO-UNJ

02-FEBRERO-2026

comunidad universitaria sobre el ambiente, y sobre otras organizaciones públicas y privadas que se constituyen en partes interesadas. La responsabilidad social universitaria es fundamento de la vida universitaria, contribuye al desarrollo sostenible y al bienestar de la sociedad. Comprende a toda la comunidad universitaria";

Que, mediante artículo 498 del Reglamento General de la Universidad Nacional de Jaén, aprobado mediante Resolución N° 75-2016-CO-UNJ, de fecha 10 de marzo de 2016, establece que: *"La responsabilidad social universitaria es la gestión ética y eficaz de la prevención y mitigación de impactos que genera la Universidad en la sociedad debido al ejercicio de sus funciones académicas, de investigación, servicios de extensión, participación en el desarrollo regional y nacional; incluye las relaciones entre los miembros de la comunidad universitaria, con otras organizaciones públicas y privadas y el ambiente";*

Que, mediante artículo 176 del Estatuto de la Universidad Nacional de Jaén, aprobado mediante Resolución N° 304-2020-CO-UNJ, de fecha 29 de septiembre de 2020, establece que: *"La UNJ promueve la implementación de la Responsabilidad Social Universitaria y reconoce los esfuerzos de las instancias y los miembros de la comunidad universitaria para este propósito, estableciendo los mecanismos que incentiven su desarrollo a través de proyectos específicos y la creación de fondos concursables para estos efectos, a través de la suscripción de convenios con organismos representativos de la comunidad e instituciones públicas o privadas; estableciendo para el ejercicio de esta función un mínimo de inversión del 2% de su presupuesto";*

Que, mediante Resolución N° 333-2021-CO-UNJ, de fecha 15 de octubre del 2021, emitida por el Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, se resuelve, APROBAR la Política de Responsabilidad Social Universitaria;

Que, mediante artículo 36 del Reglamento de Responsabilidad Social Universitaria de la Universidad Nacional de Jaén, aprobado con Resolución N° 028-2022-CO-UNJ, de fecha 27 de enero de 2022, establece que: *"La Dirección de Responsabilidad Social Universitaria promueve la implementación de un campus saludable, solidario y sostenible que considere la ética y buen gobierno institucional, la gestión ecoeficiente y ambientalmente responsable; así como el desarrollo personal y profesional en el puesto de trabajo con equidad e inclusión social";*

Que, mediante artículo 56 del Reglamento de Responsabilidad Social Universitaria de la Universidad Nacional de Jaén establece que: *"La DRSU tiene a su cargo el Programa UNJ3S (UNJ Saludable, Solidaria y Sostenible) que propicia la participación de los estudiantes de pregrado y sus docentes en programas de servicio a la comunidad a nivel interno y externo, además de promover intercambios de voluntariado a nivel nacional e internacional".* Asimismo, mediante artículo 66, establece que dentro de las obligaciones de los responsables de las propuestas y/o iniciativas de responsabilidad social universitaria tenemos: a. Informar periódicamente a los Comités de responsabilidad Social y la DRSU, sobre el desarrollo de los proyectos contemplados en el Plan anual RSU de cada Escuela, b. Comunicar cualquier imponderable, suceso imprevisto o modificación que altere el desarrollo del proyecto, exponiendo los motivos, c. No abandonar el proyecto bajo ningún concepto y d. Presentar el informe final;

Que, mediante artículo 79 del mismo cuerpo normativo señalado en el párrafo precedente establece que: *"Todo proyecto de RSU debe ser aprobado por la DRSU y concluye con la presentación del Informe Final de ejecución según esquema del Anexo 3. Dicho informe es revisado y aprobado por la DRSU";*

Que, mediante Resolución de Vicepresidencia Académica N° 016-2024-UNJ, de fecha 24 de junio de 2024, emitido por el Vicepresidente Académico, se resuelve APROBAR el Programa UNJ U3S: "Universidad Solidaria, Saludable y Sostenible", cuyo programa es un conjunto de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISIÓN ORGANIZADORA



N° 101-2026-CCO-UNJ

02-FEBRERO-2026

actividades y proyectos orientados a responder a un desafío social y/o ambiental permanente, mediante un esfuerzo institucional de mejora continua;

Que, mediante Resolución de Consejo de Comisión Organizadora N° 576-2025-CCO-UNJ, de fecha 19 de agosto de 2025, emitido por el Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, se resuelve, RECONFORMAR el “Consejo Directivo de Responsabilidad Social Universitaria de la Universidad Nacional de Jaén”, conforme al siguiente detalle:



CONSEJO DIRECTIVO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA		
Nombres y Apellidos	DNI	Ámbito de Acción al que Representa
Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula	18145876	Directora
Lic. Psic. Nohemi Rocio Fonseca Loayza	27750980	Gestión Organizacional
Mg. Marcos Antonio Gonzales Santisteban	41693694	Formación
Dra. Rosario Yaquelinny Llaucé Santamaria	43984456	Investigación
Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez	41472196	Participación Social

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 687-2025-CO-UNJ, de fecha 29 de septiembre de 2025, se resuelve APROBAR, el Informe Final de Actividad de Responsabilidad Social Universitaria 2025-I: “CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN EN RELACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA DE CULTIVO DE ARROZ, EN LA ZONA YANUYACU BAJO-JAÉN”, en el marco del Programa UNJ 3S “UNIVERSIDAD SOLIDARIA, SALUDABLE Y SOSTENIBLE”;

Que, mediante la Carta N° 002-2025-UNJ/D, de fecha 10 de diciembre de 2025, el Docente Responsable, Dr. Cirilo Mario Caira Mamani, alcanza a la Directora de Responsabilidad Social Universitaria, el Informe Final de Actividad de RSU: “CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DE CULTIVO DE ARROZ, DE SEPTIEMBRE A DICIEMBRE EN LA ZONA YANUYACU BAJO-JAÉN”, para su revisión y aprobación;

Que, mediante Acta de Evaluación de Informe Final de Actividad de Responsabilidad Social Universitaria: “Cálculo de Precipitación y Evapotranspiración y la Demanda de Agua de Cultivo de Arroz, de septiembre a diciembre, en la Zona Yanuyacu Bajo-Jaén”, de fecha 29 de diciembre de 2025, suscrito por los integrantes del Consejo Directivo de Responsabilidad Social Universitaria, en el cual declaran por unanimidad APROBADA la presente actividad;

Que, mediante Oficio N° 009-2026-UNJ/VPA/DRSU, recepcionado con fecha 26 de enero de 2026, la Directora de Responsabilidad Social Universitaria alcanza a la Vicepresidenta Académica, el Informe Final de Actividad de Responsabilidad Social Universitaria 2025-II: “Cálculo de Precipitación y Evapotranspiración y la Demanda de Agua de Cultivo de Arroz, de septiembre a diciembre, en la Zona Yanuyacu Bajo-Jaén”, en el marco del Programa UNJ 3S, “Universidad Solidaria, Saludable y Sostenible”, presentado por el Docente Dr. Cirilo Mario Caira Mamani. Asimismo, señala que, dicha actividad ha sido evaluada favorablemente y solicita se sirva a disponer las acciones correspondientes para el reconocimiento público y felicitación oficial;

Que, mediante Oficio N° 108-2026-UNJ-P/VPACAD, recepcionado con 29 de enero de 2026, la Vicepresidenta Académica remite al Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, el Informe Final de Actividad de Responsabilidad Social



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISIÓN ORGANIZADORA



N° 101-2026-CCO-UNJ

02-FEBRERO-2026

Universitaria 2025-II: “Cálculo de Precipitación y Evapotranspiración en Relación de la Demanda de Agua de Cultivo de Arroz, de septiembre a diciembre, en la Zona Yanuyacu Bajo-Jaén”, en el marco del Programa UNJ 3S, para su aprobación en Sesión de Comisión Organizadora;

Que, el pleno de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, en Sesión Ordinaria N° 004-2026-SO-CCO-UNJ, de fecha 02 de febrero de 2026, emite el Acuerdo N° 107-2026-SO-CCO-UNJ, a través del cual acuerda, por unanimidad, **APROBAR** el Informe Final de la Actividad de Responsabilidad Social Universitaria 2025 - II: “CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SEPTIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO – JAÉN”, en el marco del Programa UNJ 3S “UNIVERSIDAD SOLIDARIA, SALUDABLE Y SOSTENIBLE”, el mismo que en anexo forma parte integrante del presente Acuerdo, **RECONOCER** y **FELICITAR** a nombre de la Universidad Nacional de Jaén, al docente responsable y estudiantes integrantes de la Actividad de Responsabilidad Social Universitaria 2025 - II: “CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SEPTIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO – JAÉN”, por haber cumplido con su ejecución, de conformidad con los lineamientos institucionales de la Dirección de Responsabilidad Social Universitaria de esta Casa Superior de Estudios, y **NOTIFICAR** a las instancias correspondientes para su conocimiento y fines;

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el Artículo 18°, de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220-Ley Universitaria, “Disposiciones para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en Proceso de Constitución”, aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, modificada con Resolución Viceministerial N° 055-2022-MINEDU y Resolución Viceministerial N° 053-2023-MINEDU, el Estatuto de la Universidad Nacional de Jaén, aprobado mediante Resolución N° 304-2020-CO-UNJ, de fecha 29 de septiembre de 2020, y; conforme a las atribuciones conferidas mediante Resolución Viceministerial N° 119-2024-MINEDU, de fecha 25 de octubre de 2024;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR el Informe Final de la Actividad de Responsabilidad Social Universitaria 2025 - II: “CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SEPTIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO – JAÉN”, en el marco del Programa UNJ 3S “UNIVERSIDAD SOLIDARIA, SALUDABLE Y SOSTENIBLE”, el mismo que en anexo forma parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER y **FELICITAR** a nombre de la Universidad Nacional de Jaén, al docente responsable y estudiantes integrantes de la Actividad de Responsabilidad Social Universitaria 2025 - II: “CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SETIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO – JAÉN”, por haber cumplido con su ejecución, de conformidad con los lineamientos institucionales de la Dirección de Responsabilidad Social Universitaria de esta Casa Superior de Estudios, conforme a la relación remitida por la DRSU, que se detalla a continuación:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISIÓN ORGANIZADORA



N° 101-2026-CCO-UNJ

02-FEBRERO-2026

DOCENTE RESPONSABLE:

NOMBRES Y APELLIDOS	DEPARTAMENTO ACADÉMICO	DNI N°
Dr. Cirilo Mario Caira Mamani	Ingeniería Forestal y Ambiental	29569473

Asignatura: Climatología.

Estudiantes:

N°	CÓDIGO	APELLIDOS Y NOMBRES	ESCUELA PROFESIONAL
1	2021210099	Altamirano Azabache Jeiscel Omar	Ingeniería Forestal y Ambiental
2	2022210079	Altamirano López Yaleny Mayly	Ingeniería Forestal y Ambiental
3	2023210052	Aranda Rueda Brayan Anderson	Ingeniería Forestal y Ambiental
4	2023230037	Burga Bazan Johann Fernando	Ingeniería Forestal y Ambiental
5	2023210128	Castillo Lizana Ingrid Analy	Ingeniería Forestal y Ambiental
6	2023230034	Cubas Flores Guieral Michel	Ingeniería Forestal y Ambiental
7	2023210122	Geraldo Adrianzen Paul Anderson	Ingeniería Forestal y Ambiental
8	2023230036	Hoyos Mestanza Carol Fiorella Zoraida	Ingeniería Forestal y Ambiental
9	2023210044	Huancas Cruz Noemí	Ingeniería Forestal y Ambiental
10	2023110103	Malca Sánchez Edward Jheferson	Ingeniería Forestal y Ambiental
11	2023230040	Cubas Mendoza Walter Benedicto	Ingeniería Forestal y Ambiental
12	2023230039	Mendoza Placencia Erick Anthony	Ingeniería Forestal y Ambiental
13	2023210121	Navarro Villalobos Sarita Fioret	Ingeniería Forestal y Ambiental
14	2023110110	Nuñez Roman Cristian Leo	Ingeniería Forestal y Ambiental
15	2023130034	Quiñones Puelles Sebastian	Ingeniería Forestal y Ambiental
16	2022110032	Rafael Huatangare César Leonardo	Ingeniería Forestal y Ambiental
17	2022240059	Santa Cruz Sanchez Cielito Ninel	Ingeniería Forestal y Ambiental
18	2023230035	Santos Olano Josúe Jhampol	Ingeniería Forestal y Ambiental
19	2023230033	Toro Tantaleán Emely Yareli	Ingeniería Forestal y Ambiental
20	2023230038	Vilchez Rabanal Ana Belen	Ingeniería Forestal y Ambiental

ARTÍCULO TERCERO.- NOTIFICAR a las instancias correspondientes para su conocimiento y fines.

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER LA PUBLICACIÓN en el Portal Web Institucional de la Universidad Nacional de Jaén www.unj.edu.pe

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE;


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

 Mg. Eveling Tatiana Noriega Trujillo
 SECRETARÍA GENERAL


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
 COMISIÓN ORGANIZADORA

 Dr. Severino Applinar Risco Zapata
 PRESIDENTE

**Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/Cd
VICEPRESIDENCIA ACADEMICA**

**Dirección de Responsabilidad Social Universitaria
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"**

**INFORME FINAL DE ACTIVIDAD DE RSU:
"CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA
DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SETIEMBRE A
DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO-JAÉN".**

Curso : Climatología
Semana (s) de implementación : 09
Docente responsable de la actividad : Dr. Cirilo Mario Caira Mamani
Lista de estudiantes:

N°	Código	Apellidos y Nombres
1	2021210099	ALTAMIRANO AZABACHE JEISCEL OMAR
2	2022210079	ALTAMIRANO LÓPEZ YALENY MAYLY
3	2023210052	ARANDA RUEDA BRAYAN ANDERSON
4	2023230037	BURGA BAZAN JOHANN FERNANDO
5	2023210128	CASTILLO LIZANA INGRID ANALY
6	2023230034	CUBAS FLORES GUIERAL MICHEL
7	2023210122	GERALDO ADRIANZEN PAUL ANDERSON
8	2023230036	HOYOS MESTANZA CAROL FIORELLA ZORAIDA
9	2023210044	HUANCAS CRUZ NOEMÍ
10	2023110103	MALCA SÁNCHEZ EDWARD JHEFERSON
11	2023230040	CUBAS MENDOZA.....
12	2023230039	MENDOZA PLACENCIA ERICK ANTHONY
13	2023210121	NAVARRO VILLALOBOS SARITA FIORET
14	2023110110	NUÑEZ ROMAN CRISTIAN LEO
15	2023130034	QUIÑONES PUELLES SEBASTIAN
16	2022110032	RAFAEL HUATANGARE CÉSAR LEONARDO
17	2022240059	SANTA CRUZ SANCHEZ CIELITO NINEL
18	2023230035	SANTOS OLANO JOSUÉ JHAMPOL
19	2023230033	TORO TANTALEÁN EMELY YARELI
20	2023230038	VILCHEZ RABANAL ANA BELEN

Escuela Profesional: Ingeniería Forestal y Ambiental
Lugar. Yanuyacu Bajo
Jaén 10 de diciembre 2025 o



1.

Contenido

2. PROBLEMA.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	2
4. ACCIONES REALIZADAS.....	3
4.1. ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	3
4.2. EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	5
4.3. MATRIZ DE INFORMACIÓN	8
4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS	10
4.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	20
4.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
4.7. HALLAZGOS.....	41
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
6.BIBLIOGRAFIA	43
7.Anexos	45

M



2. PROBLEMA

En la zona de Yanuyacu Bajo, ubicada en el distrito de Jaén (Cajamarca), el cultivo de arroz representa una actividad agrícola fundamental que requiere un suministro hídrico eficiente, dado que su ciclo, especialmente entre septiembre y diciembre, coincide con una disminución sostenida de las lluvias. Esta situación limita la productividad si no se implementan prácticas de riego optimizadas y técnicamente fundamentadas.

El manejo hídrico inadecuado como la falta de información sobre la precipitación efectiva, la evapotranspiración real y la disponibilidad del riego por gravedad conduce a pérdidas irreversibles del recurso, elevando costos productivos y provocando efectos ambientales negativos. Para agricultores locales, "ahorrar agua" no implica simplemente reducir el volumen aplicado, sino lograr mantener o mejorar el rendimiento del arroz empleando menos agua, lo que equivale a aumentar la productividad del recurso hídrico (water productivity).

De acuerdo con Pérez-Blanco, Hrast-Essenfelder y Perry (2020 pp. 216–239), las tecnologías de conservación del agua deben enfocarse no en reducir el consumo absoluto, sino en estabilizar e incrementar la productividad hídrica agrícola en contextos de escasez de agua (water productivity), priorizando políticas de gobernanza que orienten la asignación eficiente del recurso (Pérez-Blanco, Hrast-Essenfelder, & Perry, 2020 pp. 216–239).

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

Las etapas de las actividades de la participación de los estudiantes del ciclo V, del curso de climatología de la Escuela Profesional Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, en la etapa I y II; en la etapa III lo realizaremos capacitación de la demanda de agua en el cultivo de arroz, en el centro poblado San Agustín Distrito de Bellavista, a continuación, presentamos las etapas y las actividades U3S:

Actividad 1.

La búsqueda de información de precipitación, temperatura, Yanuyacu Bajo – Jaén)
Precipitación anual promedio.

Temperatura media anual: aproximadamente 19.4 °C. Mes más
cálido: diciembre (27.50 °C).

Mes más frío: septiembre (19.65 °C)

Actividad 2

Realizan el tríptico de las actividades.

Actividad 3

Busqueda de datos de la precipitación y temperature.

Actividad 4.

Los estudiantes del curso realizarán el cálculo de la precipitación efectiva, con uso del modelo matemático.

Actividad 5.



Los estudiantes curso obtendrá, la altitud de la zona de estudio, la ETA, Kc, en base a ello realizará el cálculo evapotranspiración.

Actividad 6

Estudiantes realizarán cálculo de la demanda de agua para un área de 10 000 metros cuadrados, para el cultivo de arroz de septiembre a diciembre.

Actividad 7

Los estudiantes presentaran los informes por grupos, los trípticos, de las actividades 1 hasta 5, como son las bases teóricas, los cálculos matemáticos, resultados. Actividad 8.

El docente y los estudiantes realizará la capacitación del tema "La precipitación, evapotranspiración de septiembre a diciembre 2024 y la demanda de agua en el cultivo de *Oryza sativa* L. en la zona Yanuyanu bajo de Jaen.

Actividad 9

El docente del curso entrega el informe final de las actividades de U3S, al directo Responsabilidad Social Universitaria.

4. ACCIONES REALIZADAS

4.1. ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Realizamos la solicitud para las prácticas y el registro meteorológico de la estación Jaén.

a) Registro de precipitación de 10 años.

Cuadro 1 La precipitación máxima mensual de los 10 años

Años	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2011	6.60	57.50	89.90	158.4
2012	13.70	101.60	81.60	52.10
2013	19.80	93.85	0.70	43.60
2014	22.50	20.20	87.30	90.50
2015	8.40	22.50	54.20	65.50
2016	38.50	36.90	15.10	69.90
2017	8.80	81.10	33.80	77.80
2018	2.60	23.60	161.90	32.60
2019	26.20	26.40	20.40	29
2024	41	76	68	33.70

Fuente: <https://es.weatherspark.com/s/19992/2/>



b) Registro de temperatura de 10 de años.

Cuadro 2 Temperatura media mensual de los 10 años

Año	Temperatura (°C) septiembre	Temperatura (°C) octubre	Temperatura (°C) noviembre	Temperatura (°C) diciembre
2011	26.73	27.14	27.64	25.80
2012	26.25	26.48	27.27	26.29
2013	26.61	26.87	27.31	26.55
2014	25.60	26.42	27.38	25.56
2015	27.36	27.18	27.46	25.07
2016	26.72	28.16	27.42	27.72
2017	24.41	25.47	26.91	24.52
2018	24.96	26.3	26.85	24.30
2019	25.72	26.8	27.12	20.80
2024	19.65	14.4	22.10	27.50

Fuente: <https://es.weatherspark.com/s/19992/2/>

La utilidad mensual nos muestra el periodo de producción del arroz es de cinco meses por lo tanto si la utilidad lo dividimos entre cinco llegando a la conclusión que los productores obtienen una utilidad de 1,458.29 soles por mes (Linares Abanto, Vicente & Quiroz Valle, Juan (1), s. f.

c) Fases fenológicas del cultivo de arroz

Cuadro 3 Demanda de agua de las fases fenológicas del cultivo de arroz

Fases fenológicas del cultivo de arroz	Días aprox.	% del consumo total	Consumo estimado (de 16 000 m ³)
Germinación	7	5%	800 m ³
Macollamiento	30	20%	3 200 m ³
Elongación del tallo	20	15%	2 400 m ³
Floración	15	20%	3 200 m ³
Llenado de grano	25	15%	2 400 m ³
Maduración	15	5%	800 m ³



Pérdidas, infiltración.	—	20%	3 200 m ³
TOTAL	140 días	100%	16 000 m³

Fuente: Docente

Los hallazgos de nuestra investigación sobre cultivos y fases específicas ayudarán a indicar posibilidades para mejorar aún más la capacidad de evaluación del impacto de las proyecciones de modelos regionales y globales del cambio climático (Ahmad et al., 2023)

d) El instrumento de Desviación Estándar

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X^2) - (X)^2/n}{n-1}}$$

Donde:

S= Desviación estándar, Xi= Valores individuales, X= Media aritmética, Fi= Frecuencia del valor Xi

El modelo matemático, se aplica con el instrumento de desviación estándar de la estadística descriptiva. Se aumentó en el número de muestra requiere la prolongación de las mediciones de tamaño de muestra, y la condición de independencia de los resultados de la medición no considera inequívocamente la deriva del valor medido a lo largo del tiempo. Durante la medición, las magnitudes físicas se alteran permanentemente. Por lo tanto, se rompe la estabilidad estadística de las mediciones obtenidas. Además, se ha encontrado que la varianza de media primero disminuye y luego se estabiliza con el número de mediciones o con el aumento de su duración (Przystupa et al., 2022)

4.2. EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La ejecución de las actividades en el ciclo académico 2025-2.

Actividad 1: Búsqueda de información de los artículos científicos.

Recolectar datos confiables sobre: Precipitación (septiembre–diciembre), Temperatura. En la Estación meteorológica de Jaén.

Evapotranspiración (ET₀ y ET_c).

Requerimientos hídricos del arroz.

Actividad 2. Búsqueda de datos climáticos (precipitación y temperatura)

- Precipitación mensual (septiembre–diciembre).
- Temperatura media mensual.

Fuentes:



- Registros climáticos del SENAMHI. Estación Meteorológica de Jaén.

Actividad 4: Cálculo de la precipitación efectiva

Objetivo: Determinar cuánta lluvia es realmente aprovechada por el cultivo.

Cuadro 4. Comparación entre la precipitación y la precipitación efectiva

Mes	Precipitación (P)	Precipitación Efectiva (Pef)
Septiembre	18.81 mm	9.82mm
Octubre	113.9 mm	32.40 mm
Noviembre	58.4 mm	29.21 mm
Diciembre	57.6 mm	39.34 mm

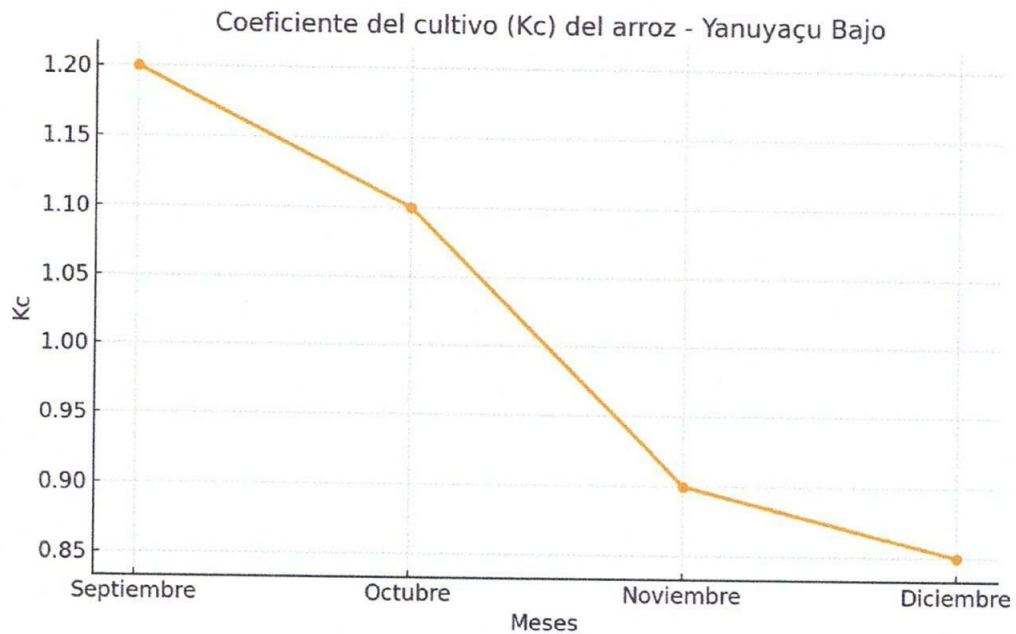
Fuente: Docente

Actividad 5: Cálculo de la evapotranspiración (ETc)

Objetivo: Calcular la cantidad de agua que el cultivo realmente necesita, usando temperatura, altitud, Kc y datos climáticos.

- **Altitud** de la zona (Yanuyacu Bajo): 643 msnm
- **Temperatura promedio:** 22.89 °C
- **Kc del arroz** (coeficiente del cultivo):
 - Septiembre: 1.20 Kc
 - Octubre: 1.10 Kc
 - Noviembre: 0.90 Kc
 - Diciembre: 0.85 Kc

- Gráfico 1. del coeficiente de cultivo (Kc) del arroz en Yanuyacu Bajo:



Resultado:

La evapotranspiración actual (ETA) total de septiembre a diciembre es de 585.358 mm/mes.

Actividad 6: Cálculo de la demanda de agua de proyecto para 10,000 m² (1 ha)

Objetivo: Estimar cuánta agua necesita el arroz en una hectárea entre septiembre y diciembre.

Demanda de agua del proyecto= 11848.525 mm³/ha en 4 meses.

u





4.3. MATRIZ DE INFORMACIÓN

Cuadro 5 La matriz de información

Actividades Objetivos específicos	Variabes a medir	Fuente de datos	Técnicas de recolección	Instrume ntos	Period o de ejecuc ión
Evaluar la precipitación efectiva de septiembre a diciembre 2025, en la demanda mínima de agua en el cultivo de	Precipitación pluvial máxima mensual.	Estación meteorológica de Jaén	Registro y análisis de datos meteorológica	Tabulación de los datos de registro de precipitación	En la Unidad I
Oryza sativa L., en la zona Yanuyacu bajo de Jaén.	Requerimiento de agua, por 10, 000 metros cubicos	(Oryza sativa L.)	T.P. Tuong and B.A.M. Bouman.	Revistas	Unidad I
Calcular en base a la temperatura la evapotranspiración real y el cultivo de arroz en la zona Yanuyacu bajo de Jaén	Temperatura media mensual	Estación meteorológica de Jaén	Registro y análisis de datos meteorológica	Tabulación de los datos de registro de la temperatura	En la Unidad II
Interpretar la demanda de riego por el sistema de gravedad del cultivo de arroz, durante un período de cuatro meses, en la zona Yanuyancu bajo de Jaén.	Desarrollo de Evapotranspiración potencial, Evapotranspiración actual y demanda de proyecto de agua y fases fenológica de arroz.	Gestión hídrica de Jaén.	Calcular la evapotranspiración potencial, Evapotranspiración actual y demanda de proyecto de agua.	Instrumetos climático s, hidráulicos, y agrónomicos, junto con herramientas digitales	Tercera Unidad.

Fuente: Docente



Inicio de las actividades del 8 de setiembre, con los datos meteorológicos



M

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CURSO DE CLIMATOLOGIA- SEMESTRES 2025-2
DOCENTE DEL CURSO DR. CIRILO MARIO CAIRA MAMANI
GESTIÓN PARA LAS PRÁCTICA DE LÍNEA 8 DE SETIEMBRE 2025- UNJ

Nº	CODIGO	APELLIDOS Y NOMBRES	ASISTENCIA	HORA	FIRMA
1	2021210099	ALTAMIRANO ZABACHE JEISCHEL OMAR	SI	8:00 am	[Firma]
2	2022210079	ALTAMIRANO LOPEZ YALINY MAYLY	SI	8:00 am	[Firma]
3	2023210052	ARANDA RUEDA BRAYAN ANDERSON	SI	8:00 am	[Firma]
4	2023230037	BURGA BAZAN JOHANN FERNANDO	SI	8:00 am	[Firma]
5	2023210128	CASTILLO LIZANA INGRID ANALY	SI	8:00 am	[Firma]
6	2023230034	CUBAS FLORES GUERA MICHEL	SI	8:00 am	[Firma]
7	2023210122	GERALDO ADRIANZEN PAUL ANDERSON	SI	8:00 am	[Firma]
8	2023230036	HOYOS MESTANZA CAROL FIORELLA ZORAIDA	SI	8:00 am	[Firma]
9	2023210044	HUANCAS CRUZ NOEMI	SI	8:00 am	[Firma]
10	2023110103	MALCA SANCHEZ EDUARDO JHON FERNAN	SI	8:00 am	[Firma]
11	2023230040	MENDOZA MONTEZA WALTER BENEDICTO	SI	8:00 am	[Firma]
12	2023230039	MENDOZA PLACENCIA ERICK ANTHONY	SI	8:00 am	[Firma]
13	2023210121	NAVARRO VILLALOBOS SARITA FIORETT	SI	8:00 am	[Firma]
14	2023110110	NUÑEZ ROMAN CRISTIAN LEO	SI	8:00 am	[Firma]
15	2023130034	QUIÑONES PUELLES SEBASTIAN	SI	8:00 am	[Firma]
16	2022110032	RAFAEL HUATANGARE CÉSAR LEONARDO	SI	8:00 am	[Firma]
17	2022240059	SANTA CRUZ SANCHEZ CIELITO NINEL	SI	8:00 am	[Firma]
18	2023230035	SANTOS OLANO JOSUÉ JHAMPOL	SI	8:00 am	[Firma]
19	2023230033	TORO TANTALEÁN EMELY YARELI	SI	8:00 am	[Firma]
20	2023230038	VILCHEZ RABANAL ANA BELEN	SI	8:00 am	[Firma]



4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos constituye una etapa fundamental para transformar la información recopilada en resultados útiles y significativos, que permitan interpretar la relación entre la precipitación, evapotranspiración y la demanda hídrica del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en la zona Yanuyacu Bajo de Jaén.

A. Organización de datos

a. Clasificación por categorías:

- Climáticos (temperatura, ETP, Evapotranspiración actual ETA)
- Agronómicos (fases fenológicas, frecuencia de riego de cultivo de arroz)
- Tabulación en hojas de cálculo (Excel, Google, Modelo estadístico)

b. Cálculo de variables

- Evapotranspiración actual del cultivo ($ETA = Kc \times ETP$)
- ETA: Evapotranspiración actual (datos de estación meteorológica).
- Kc: Coeficiente del cultivo de arroz, según las fases fenológicas

c. Eficiencia de aplicación en el sistema de riego por gravedad

- Ef: Eficiencia del sistema de riego (valores estimados entre 40% en sistemas de gravedad tradicionales)

d. Volumen total requerido por hectárea

$Da =$ Demanda de agua mm/mes

$Dp =$ Demanda de proyecto de agua en m³/ha

e. Modelamiento y análisis

- Uso de herramientas como (FAO) para simular demanda hídrica mensual.
- Gráficos de la precipitación, temperatura, demanda del proyecto.
- Comparación entre oferta de la precipitación y demanda del cultivo de arroz.

f. Interpretación

- Identificación de déficits hídricos en el cultivo de arroz.
- Determinación de suficiencia o insuficiencia del sistema de riego por gravedad.



B. Precipitación

Se presenta la precipitación mensual registrada y la precipitación efectiva estimada para cada mes del periodo.

Datos de Precipitación de Jaén

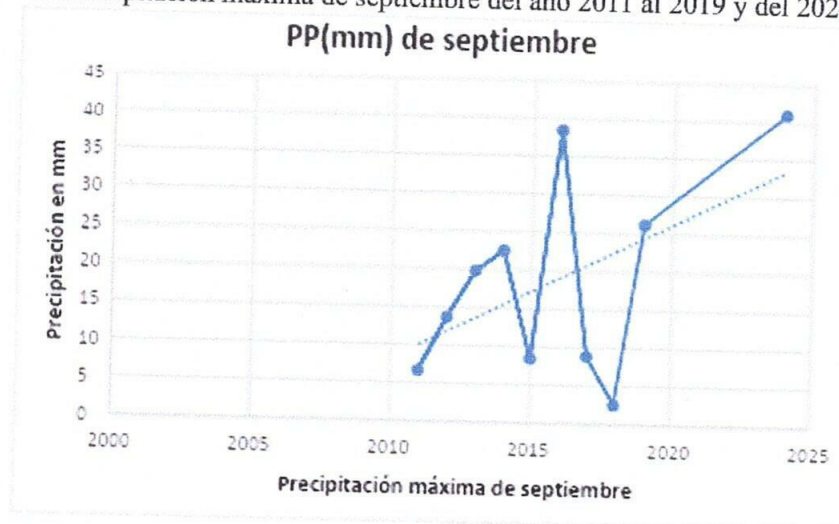
a) Mes de Septiembre

Tabla 01: Precipitación máxima del mes de septiembre del 2011 al 2019 y del 2024

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE SEPTIEMBRE
2011	6.6
2012	13.7
2013	19.8
2014	22.5
2015	8.4
2016	38.5
2017	8.80
2018	2.6
2019	26.2
2024	41

Fuente: Docente

Figura 01 Precipitación máxima de septiembre del año 2011 al 2019 y del 2024



Fuente: Docente



La figura 1 Representa la precipitación en el mes de septiembre de los cuales el mayor de precipitación se registró en el 2024 con un total de 41 mm y con un menor de 2.6 mm en el 2018, y se evidencia que disminuye la precipitación.

b). Mes de Octubre

Tabla 02: Precipitación máxima del mes de octubre del 2011 al 2019 y 2024.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE OCTUBRE
2011	57,5
2012	101.6
2013	93.85
2014	20.2
2015	22.5
2016	36.9
2017	81.1
2018	23.6
2019	26.4
2024	76

M

Fuente: Docente

Figura 02 Precipitación máxima de octubre del año 2011 al 2019 y del 2024



Fuente: Docente



Figura 2 Nos muestra los puntos con mayor en octubre, de las cuales en los años 2012 con 101.60 mm y en el año 2013 con 93.85 mm son mayores y el más bajo se presenta en el año 2014 con 20.20 mm, lo que indica la precipitación más baja.

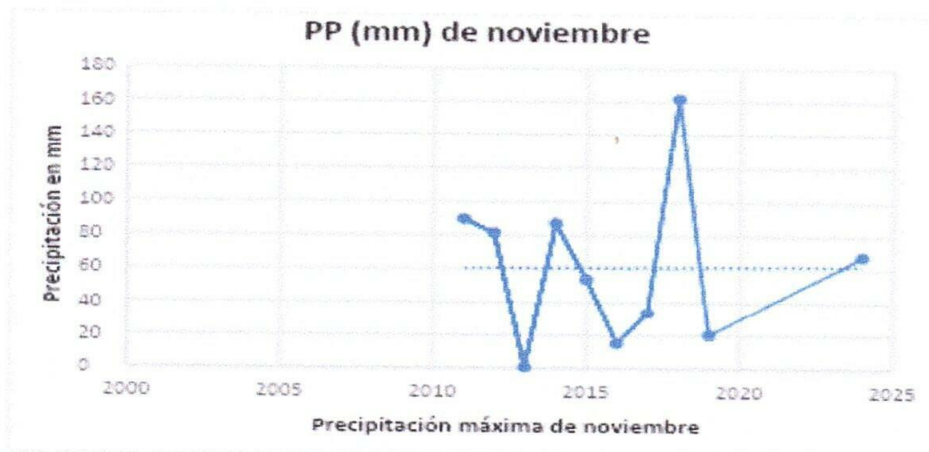
C) Mes de Noviembre

Tabla 03: Precipitación máxima del mes de noviembre de los años de 2011 al 2019 y 2024.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE NOVIEMBRE
2011	89.90
2012	89.60
2013	0.70
2014	87.30
2015	54.20
2016	15.10
2017	33.80
2018	161.90
2019	20.40
2024	68

Fuente: Docente

Figura 03: Precipitación en el mes de noviembre del año 2011 al 2019 y 2024.



Fuente: Docente



La figura 3 del mes de noviembre de las cuales en los años 2018 con 161.90 mm y en el año 2011 con 89.90 mm son mayores y más bajo es del año 2013 con 0.70 mm y esto es muy preocupante.

d) Mes de Diciembre

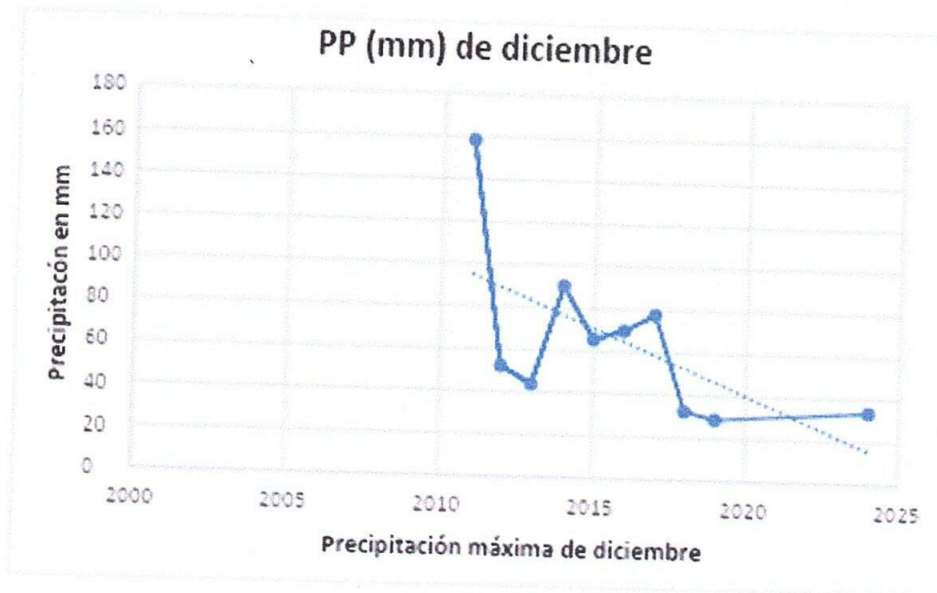
Tabla 04: Precipitación máxima del mes de diciembre de los años de 2011 al 2019 y 2024

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE DICIEMBRE
2011	158.4
2012	52.10
2013	43.60
2014	90.50
2015	65.50
2016	69.90
2017	77.80
2018	32.60
2019	29
2024	33.70
AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE DICIEMBRE
2011	158.4
2012	52.10
2013	43.60
2014	90.50
2015	65.50
2016	69.90
2017	77.80
2018	32.60
2019	29
2024	33.70

M

Fuente: Docente

Figura 04: Presentados máxima en el mes de diciembre del año 2011 al 2019 y 2024



Fuente: Docente

La figura 4 del mes de diciembre de las cuales en los años 2011 con 158.40 mm y en el año 2014 con 90.50 mm son mayores y más bajos del año 2019 con 29 mm y esto es muy preocupante.

M

Procesando los datos de la precipitación





C. Datos de la Temperatura °C Jaén

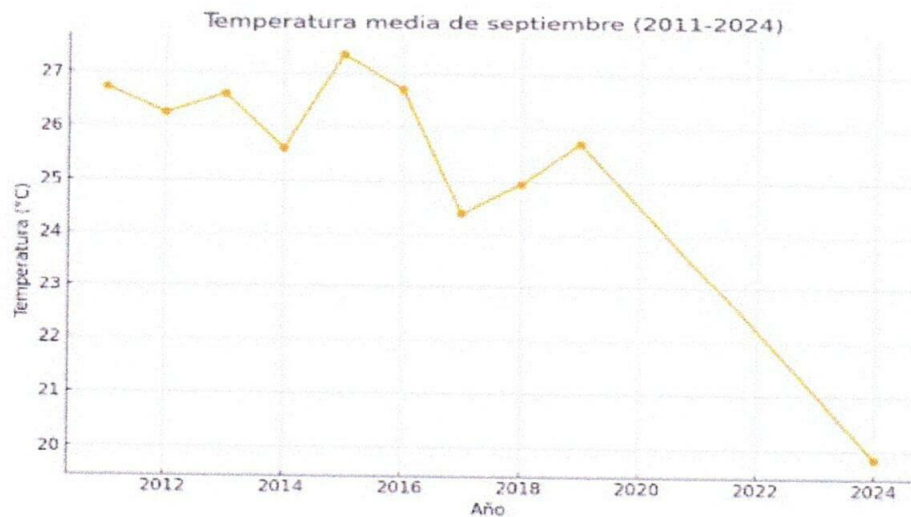
a) Mes de Septiembre

Tabla 05: La temperatura media en el mes de septiembre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.

AÑO	TEMPERATURA (°C) DE SEPTIEMBRE
2011	26.73
2012	26.25
2013	26.61
2014	25.60
2015	27.36
2016	26.72
2017	24.41
2018	24.96
2019	25.72
2024	19.85

Fuente: Docente

Figura 05: La temperatura media en el mes de septiembre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.



Fuente: Docente

244



Figura 5 La temperatura media del mes de septiembre, en la cual se observa que la mayor temperatura alcanzada se registró en el año 2015 con 27.36 °C, mientras que la menor temperatura se presentó en el año 2024 con 19.85 °C.

b) Mes de Octubre

Tabla 06: La temperatura media en el mes de octubre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.

AÑO	TEMPERATURA (°C) DE OCTUBRE
2011	27.14
2012	26.48
2013	26.87
2014	26.42
2015	27.18
2016	28.16
2017	25.47
2018	26.3
2019	26.8
2024	14.4

Fuente: Docente

Figura 06: La temperatura media en el mes de octubre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.





Fuente: Docente

Figura 6 La temperatura media del mes de octubre muestra que la mayor temperatura se registró en el año 2016 con 28.16 °C, mientras que la menor temperatura se presentó en el año 2024 con 14.4 °C.

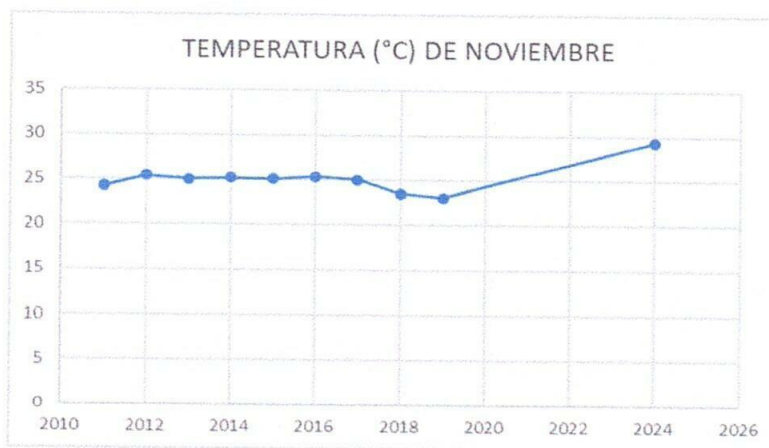
c) Mes Noviembre

Tabla 07: La temperatura media en el mes de noviembre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024

AÑO	TEMPERATURA (°C) DE NOVIEMBRE
2011	24.22
2012	25.40
2013	25.01
2014	25.20
2015	25.10
2016	25.32
2017	25
2018	23.5
2019	23.08
2024	29.32

Fuente: Docente

Figura 07: La temperatura media en el mes de noviembre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.





Fuente: Docente

Figura 7 La temperatura media del mes de noviembre muestra que la mayor temperatura se registró en el año 2024 con 29.32 °C, mientras que la menor temperatura se presentó en el año 2019 con 23.08 °C.

d) Mes de Diciembre

Tabla 08: La temperatura media en el mes de diciembre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.

AÑO	TEMPERATURA (°C) DE DICIEMBRE
2011	25.80
2012	26.29
2013	26.55
2014	25.56
2015	25.07
2016	27.72
2017	24.52
2018	24.30
2019	20.80
2024	27.50

Fuente: Docente

Figura 08: La temperatura media en el mes de diciembre, desde el año 2011 hasta 2019 y 2024.



Fuente: Docente

21



Figura 8 La temperatura en el mes de diciembre, en el cual se registra la mayor temperatura alcanzado en el año 2011 con 25,4°C y menor de temperatura de 23,08°C registrado en el año 2018, además siguió en descenso en el año 2024, con 19.32 °C.

4.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos de la temperatura, precipitación de la estación meteorología de Jaén, durante el período de estudio (septiembre a diciembre, de los años 2011 a 2019 y 2024, en total de 10 años), los cuales nos permiten realizar desviación estándar en la estadística, comprender la relación entre la precipitación, la evapotranspiración y la demanda de agua del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en la zona Yanuyacu Bajo, Jaén.

A. Evapotranspiración potencial (ETP)

a) MES DE SEPTIEMBRE

Datos:

-Latitud: 5° 75 S

-Altitud: 643 m.s.n.m.

-Temperatura: 25.421 °C

-Humedad: 69 %

-H° Hr sol mensual: 359.20(entre 30) = 11.97 horas/día

-Radiación solar media: 430 Cal/cm²/día

-Cultivo de arroz: 1.20kc

- $ETP = 0.004 \times TMF \times R_s$

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencia (mm/mes)

TMF= Temperatura media mensual en grado Fahrenheit (°F), medida

R_s= Radiación solar media mensual (cal/cm²/día), medida.

Primero: $TM^{aF} = 9/5 \times 25.421 + 32$

$TM^{aF} = 77.75$



Entonces:

$$ETP = 0.004 \times 77.75 \times 430$$

$$ETP = 133.73 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 4.45 \text{ mm/día}$$

- **En base a la temperatura**

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

Donde:

MF = Factor mensual de latitud

CH = Factor de corrección para la H relativa

CE = Factor de corrección para la altura

HR = Humedad relativa media mensual %, (Si la HR es $> 64\%$, no se aplica CH.

En ese caso, CH = 1)

HR = Humedad relativa media

Entonces:

- $CH = 0.166 \times (100 - HR)^{(1/2)}$

$$CH = 0.166(100 - HR)^{(1/2)}$$

$$46.39 \% < 63\%$$

$$CH = 1$$

- Factor de corrección para la altura

$$CE = 0.04 \times 1 + \frac{\epsilon}{2000}$$

$$CE = 0.04 \times 1 + \left(\frac{643}{2000}\right)$$

$$CE = 1.01$$

MF = 2.2; dato de tabla

Entonces:

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$



$$ETP = 2.020 \times 77.75 \times 1 \times 1.01$$

$$ETP = 158.63 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 158.63 / 30 = 5.28 \text{ mm/día}$$

b) MES DE OCTUBRE

Datos:

-Latitud: 5° 42 S

-Altitud: 643 m.s.n.m.

-Temperatura: 25.522°C

-Humedad: 70 %

-H° Hr sol mensual: 201 (entre 31) = 6

-Radiación solar media: 480 Cal/cm²/día

-Cultivo de arroz : 1.10 Kc

- **ETP= 0.004 X TMF X Rs**

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencia (mm/mes)

TMF= Temperatura media mensual en grado Fahrenheit (°F), medida

Rs= Radiación solar media mensual (cal/cm²/día), medida.

Primero: $TM^{\circ}F = 9/5 \times 25.522 + 32$

$$TM^{\circ}F = 77.94 \text{ }^{\circ}F$$

Entonces:

$$ETP = 0.004 \times 77.94 \times 480$$

$$ETP = 149.65 \text{ mm/mes}$$

- **En base a la temperatura**

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

Donde:

MF = Factor mensual de latitud

CH = Factor de corrección para la H relativa

CE = Factor de corrección para la altura

HR= Humedad relativa media mensual %, si HR > 64 %, se toma CH = 1. Aquí
HR ≈ 70 % → por lo general usarías CH = 1



Humedad relativa media

Entonces:

- $CH = 0.166 \times (100 - 70)^{1/2}$

$$CH = 0.166(100 - HR)^{1/2}$$

$$46.39 \% < 63\%$$

$$CH = 1$$

- Factor de corrección para la altura

$$C.E = 0.04 \times 1 + \frac{\varepsilon}{2000}$$

$$C.E = 0.04 \times 1 + (643/2000)$$

$$C.E = 1.01$$

$$MF = 2.10; \text{ dato de tabla}$$

Entonces:

$$ETP = MF \times T.M.F \times CH \times C.E$$

$$ETP = 2.10 \times 77.94 \times 1 \times 1.01$$

$$ETP = 165.31 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 165.31 / 31 = 5.33 \text{ mm/día}$$

c) *MES DE NOVIEMBRE*

Datos:

-Latitud: 5° 42 S

-Altitud: 643 m.s.n.m.

-Temperatura: 25.115 °C

-Humedad: 72 %

-H° Hr sol mensual: 372(entre 30) = 12.4

-Radiación solar media: 480 Cal/cm²/día

-Cultivo de arroz : 0.90 Kc

- $ETP = 0.004 \times T.M.F \times R_s$

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencia (mm/mes)

TMF= Temperatura media mensual en grado Fahrenheit (°F), medida

Rs= Radiación solar media mensual (cal/cm²/día), medida.

Primero: $TM^{\circ}F = 9/5 \times 25.115 + 32$

$TM^{\circ}F = 77.207$ °F Entonces:



$$ETP = 0.004 \times 77.207 \times 480$$

$$ETP = 148.237 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 4.941 \text{ mm/día}$$

- **En base a la temperatura**

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

Donde:

MF = Factor mensual de latitud

CH = Factor de corrección para la H relativa

CE = Factor de corrección para la altura

HR = Humedad relativa media mensual %, (CH = 1 si HR > cierto umbral

Hr = Humedad relativa media Entonces:

$$CH = 0.166 \times \sqrt{100 - HR}$$

CH

$$100 - 72 = 28 \sqrt{28} \approx 5.291 \quad CH = 0.166 \times 5.291 \approx 0.879$$

$$49.96 \% < 63\%$$

$$CH = 1$$

- Factor de corrección para la altura

$$C.E = 0.04 \times 1 + \varepsilon/2000$$

$$CE = 0.04 \times 1 + 910/2000$$

$$CE = 1.0182$$

$$MF = 2.10; \text{ dato de tabla}$$

Entonces:

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

$$ETP = 2.10 \times 77.207 \times 0.879 \times 1.0182$$

$$ETP = 145.110 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 145.110 / 30 = 4.837 \text{ mm/día}$$

d) MES DE DICIEMBRE

Datos:

-Latitud: 5° 42 S

-Altitud: 643 m.s.n.m.

-Temperatura: 25.411 C°



-Humedad: 85%

-H° Hr sol mensual: 390 (entre 31) = 12.58h/día

-Radiación solar media: 480 Cal/cm²/día

-Cultivo de arroz : 0.85 Kc

- $ETP = 0.004 \times TMF \times R_s$

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencia (mm/mes)

TMF= Temperatura media mensual en grado Fahrenheit (°F), medida

Rs= Radiación solar media mensual (cal/cm²/día), medida.

Primero: $TM^{\circ}F = 9/5 \times 25.411 + 32$

$$TM^{\circ}F = 77.74^{\circ}F$$

Entonces:

$$ETP = 0.004 \times 77.74 \times 480$$

$$ETP = 149.26 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 149.26 / 31 = 4.98 \text{ mm/ día}$$

- **En base a la temperatura**

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

Donde:

MF = Factor mensual de latitud

CH = Factor de corrección para la H relativa

CE = Factor de corrección para la altura

HR= Humedad relativa media mensual %, (Si la 85% es > 64%, no se aplica

CH. En ese caso, CH = 1.)

Hr = Humedad relativa media



Entonces:

- $CH = 0.166 \times (100 - Hr)^{(1/2)}$

$$CH = 0.166(100 - 85)^{(1/2)}$$

$$54 \% < 63 \%$$

$$CH = 1$$

- Factor de corrección para la altura

$$C.E = 0.04 \times 1 + \varepsilon/2000$$

$$CE = 0.04 \times 1 + 643/2000$$

$$CE = 1.01$$

$$MF = 1.960; \text{ dato de tabla}$$

Entonces:

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

$$ETP = 2.4 \times 77.74 \times 1 \times 1.01$$

$$ETP = 188.44 \text{ mm/mes}$$

$$ETP = 188.44 / 31 = 6.1 \text{ mm/día}$$

La exposición de los resultados Evapotranspiración potencial (ETP)





B. Desarrollar la desviación estándar de la precipitación y demanda de agua.

a) Mes de Septiembre.

Tabla 9. Precipitación efectiva (PE)

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE SEPTIEMBRE	X^2
2011	6.6	43.56
2012	13.7	187.69
2013	19.8	392.04
2014	22.5	506.25
2015	8.4	70.56
2016	38.5	1482.25
2017	8.80	77.44
2018	2.6	6.76
2019	26.2	686.44
2024	41	1681
TOTAL	188.1	5 133.99

Fuentes: Docente

$N=10$

$\Sigma X=188.1\text{mm}$

$\Sigma X^2=5\ 133.99\text{mm}^2$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{10-1} \left(5\ 134.0 - \frac{(188.1)^2}{10} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} \left(5\ 134.0 - \frac{35\ 391.61}{10} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} (5\ 134.0 - 3\ 539.161)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} \times 1\ 594.839}$$

$$s = \sqrt{177.2043}$$

$$s \approx 13.31 \text{ mm}$$

$$PE = -0.6745 \times SD + pp(\text{mm})$$



$$PE = -0.6745 \times 13.31 +$$

18.81

$$PE = 9.83 \text{ mm/mes}$$

Necesidad de riego de los cultivos

$$DA = ETA - PE$$

Donde:

DA= Demanda de agua teórica (mm)

PE= Precipitación efectiva (mm/mes)

ETA= Evapotranspiración actual (mm/mes)

$$Dun = DA \text{ (mm)} \times 10 =$$

m³/ha Donde:

Dun= Demanda unitaria neta

DP= Demanda del proyecta

Er = Eficiencia de riego

Cuadro 6 Setiembre de demanda de agua

TIPO DE CULTIVO	CULTIVO	ÁREA Has	MES DE RIEGO POR CULTIVO			
			S	O	N	D
Temporal	arroz	1	X			
Temporal	arroz	2				
Permanente	arroz	3				

ETP mm/mes	133.73	
KC	1.20	
PE mm/mes	9.83	
ETA mm	160.47	
DA mm	150,64	
DA m ³ (ha)	1506.4	
DP mm	376.6	
DP m ³ /ha 2	3766	



Fuente: Docente

b) Mes de octubre

Tabla 10. Precipitación efectiva (PE)

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE OCTUBRE	X ²
2010	57.5	3306.25
2011	101.6	10322.56
2012	93.85	8807.82
2013	20.2	408.04
2014	22.5	506.25
2015	36.9	1361.61
2016	81.1	6577.21
2017	23.6	556.96
2018	26.4	696.96
2024	76	5776
TOTAL	539.65	38319.66

Fuente: Docente

$$N= 10 \quad \sum X= 539.65 \quad \sum X^2= 38319.66$$

M

$$s = \sqrt{\frac{1}{10 - 1} \left(38319.66 - \frac{(539.65)^2}{10} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} \left(38319.66 - \frac{291219.12}{10} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} (38319.66 - 29121.912)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} (11389.228)}$$

$$s = \sqrt{1265.47}$$

$$mm \approx 31.97$$

$$PE = -0.6745 \times SD + pp(mm)$$

$$PE = -0.6745 \times 31.97 + 53.965$$

$$PE = 32.40 \text{ mm/mes}$$



Necesidad de riego de los cultivos

DA = ETA – PE

Donde:

DA= Demanda de agua teórica (mm)

PE= Precipitación efectiva (mm/mes)

ETA= Evapotranspiración actual (mm/mes)

Dun = DA (mm)x10 = m3/ha

Donde:

Dun= Demanda unitaria neta

DP= Demanda del proyecta

Er = Eficiencia de riego

Cuadro 7 Octubre demanda de agua

TIPO DE CULTIVO	CULTIVO	ÁREA Has	MES DE RIEGO POR CULTIVO			
			S	O	N	D
Temporal		1		X		
Temporal		2				
Permanente		3				

ETP mm/mes		149,64
KC		1.10
PE mm/mes		32.40
ETA mm/mes		164.60
DA mm		132,2
DA m ³ (ha)		1322.2
DP mm		330.51
DP m ³ /ha		3305.1

Fuente: Docente



c) Mes de noviembre

Tabla 11 Precipitación efectiva (PE)

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE NOVIEMBRE	X ²
2011	89.9	8082.01
2012	89.6	8028.16
2013	0.7	0.49
2014	87.3	7621.29
2015	54.2	2937.64
2016	15.1	228.01
2017	33.8	1142.44
2018	161.9	26211.61
2019	20.4	416.16
2024	68	4624
TOTAL	620.9	59291.81

Fuente: Docente

$$N=10 \quad \Sigma=620.9 \quad X=62.9$$

u

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} \left(59291.81 - \frac{385516.81}{10} \right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} (59291.81 - 38551.681)}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{9} \times 20740.129}$$

$$s = \sqrt{2304.458}$$

$$s \approx 48.02 \text{ mm}$$

$$SD = 48.02$$

$$PE = -0.6745 \times SD + pp(\text{mm})$$

$$PE = -0.6745 \times 48.02 + 62.09$$

$$PE = 29.70 \text{ mm/mes}$$



Necesidad de riego de los cultivos

DA = ETA - PE

Donde:

DA= Demanda de agua teórica (mm)

PE= Precipitación efectiva (mm/mes)

ETA= Evapotranspiración actual (mm/mes)

Dun = DA (mm)x10 =
5258 m³/ha

Donde:

Dun= Demanda unitaria neta

DP= Demanda del proyecta

Er = Eficiencia de riego

Cuadro 8 Noviembre demanda de agua

TIPO DE CULTIVO	CULTIVO	ÁREA Has	MES DE RIEGO POR CULTIVO			
			S	O	N	D
Temporal		1			X	
Temporal		2				
Permanente		3				
		ETP mm/mes			148.237	
		KC			0.90	
		PE mm/mes			29.70	
		ETA mm			133.41	
		DA mm			103.713	
		DA m ³ /ha			1037.1	
		DA mm			259.28	
		DP m ³ /ha			2592.82	

Fuente: Docente



d) Mes de Diciembre

Tabla 12 Precipitación efectiva (PE)

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm) DE DICIEMBRE	X ²
2011	158.4	25089.76
2012	52.1	2714.41
2013	43.6	1900.96
2014	90.5	8190.25
2015	65.5	4290.25
2016	69.9	4886.01
2017	77.8	6052.84
2018	32.6	1062.76
2019	29	841.00
2024	33.7	1135.69
TOTAL	653.1	56163.93

Fuente: Docente

$$N= 10 \quad \Sigma = 653.10 \quad X= 65.31$$

M

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(X^2) - (X/n)^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(56163.93) - 42653.76}{9}}$$

$$SD = 38.75$$

$$PE = -0.6745 \times SD + pp(mm)$$

$$PE = -0.6745 \times 38.75 + 65.31$$

$$PE = 39.17 \text{ mm/mes}$$

Necesidad de riego de los cultivos

$$DA = ETA - PE ; \text{ Donde:}$$

DA= Demanda de agua teórica (mm)

PE= Precipitación efectiva (mm/mes)

ETA= Evapotranspiración actual (mm/mes)

m3



$$Dun = DA (mm) \times 10 =$$

— ha Donde:

Dun= Demanda unitaria neta

DP= Demanda del proyecta

Er = Eficiencia de riego

Fuente: Docente

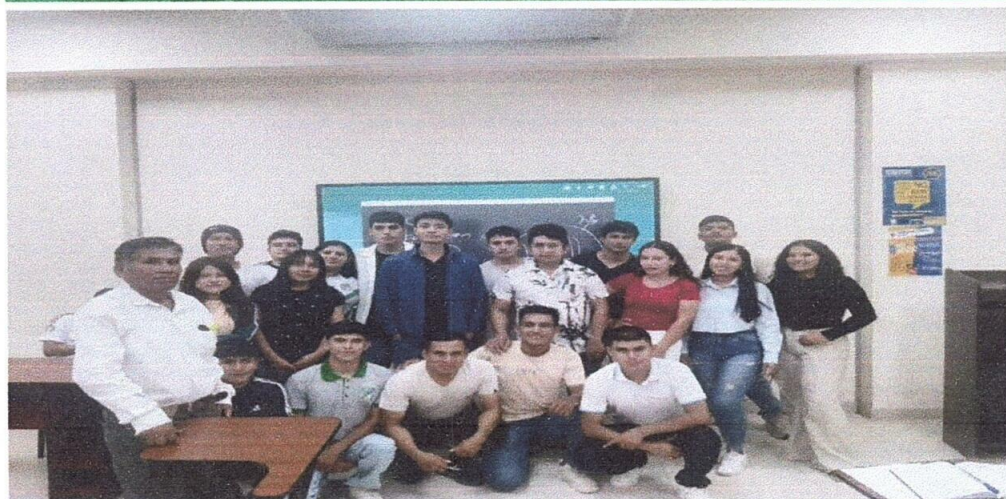
Cuadro 9 Diciembre demanda de agua

TIPO DE CULTIVO	CULTIVO	ÁREA Has	MES DE RIEGO POR CULTIVO			
			S	O	N	D
Temporal		1				X
Temporal		2				
Permanente		3				
		ETP mm/mes			149.26	
		KC			0.85	
		PE mm/mes			39.17	
		ETA mm			126.871	
		DA mm			87.701	
		DA m ³ (ha)			877.01	
		DP mm			219.252	
		DP m ³ /ha			2192.52	

Fuente: Docente



Exposición de los resultados de la demanda del proyecto (m3/ha)



M



4.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se realiza un análisis crítico y una interpretación integral de los datos obtenidos, con el objetivo de comprender las implicancias de la precipitación, temperatura, la evapotranspiración potencial, evapotranspiración actual (ETA) y la demanda hídrica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) durante el periodo de setiembre a diciembre de en la zona Yanuyacu Bajo.

- **Análisis de la precipitación efectiva (PE)**

Los datos reflejan que la precipitación efectiva durante el periodo estudiado presenta una variabilidad significativa presenta variaciones significativas en los periodos: en diciembre con 39.17.00 mm, el más bajo con 9.83 mm mes setiembre, en afectando directamente la disponibilidad de agua para el cultivo de arroz.

Cuadro 10 Precipitación efectiva (PE) durante 4 meses

N ^a	Mes	Precipitación Efectiva mm/mes	Precipitación Efectiva mm/día
1	Septiembre	9.82 mm/mes	0.33 mm/ día
2	Octubre	32.40 mm/mes	1.05 mm/día
3	Noviembre	29.70 mm/ mes	0.99 mm/ día
4	Diciembre	39.17 mm/ mes	1.26 mm/ día
5	4 mes	111.09 mm/ 4 meses	3.63 mm/ 4 mes/día

Fuente: Docente

- **Interpretación de la evapotranspiración potencial (ETP)**

Se cálculo de la evapotranspiración potencial (Método de Hargreaves) y en base a la temperatura media del 2024; mostró una disminución progresiva desde abril hasta julio, no coincidiendo con las etapas fenológicas más demandantes del arroz, como floración y llenado de grano. Esto confirma que el cultivo requiere un volumen creciente de agua para mantener su desarrollo óptimo, especialmente en etapas críticas. Comparando entre los métodos de cálculo de la temperatura media en la evapotranspiración potencial evidencia que los meses más cálidos aumenta la evapotranspiración.

Cuadro 11 Evapotranspiración potencial de los 4 meses

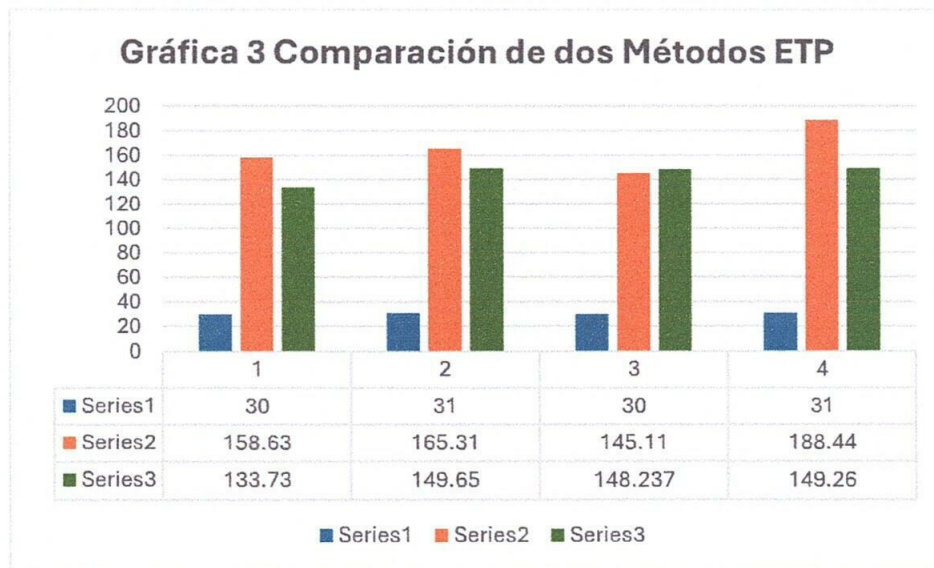
N ^a	Meses	Método de Hargreaves	Temperatura media 2024
1	Septiembre	158.63 mm/mes	133.73mm/mes
2	Octubre	165.31 mm/mes	149.65mm/mes
3	Noviembre	145.110 mm/mes	148.237 mm/mes



4	Diciembre	188.44 mm/mes	149.26 mm/mes
	4 meses	657.49 mm/ 4 mes	580.877 mm/ 4 meses

Fuente: Docente

Gráfica 3. Comparación de los métodos de cálculo de Evapotranspiración Potencial



Fuente: Docente

En la gráfica 3 muestra los meses de setiembre a diciembre un promedio 30.5 días (Series 1 meses), la comparación entre los el método Hargreaves (Series 2) y en base a la temperatura media (Series3) del 2024, nos existe deferencia significativa en la evapotranspiración potencial.

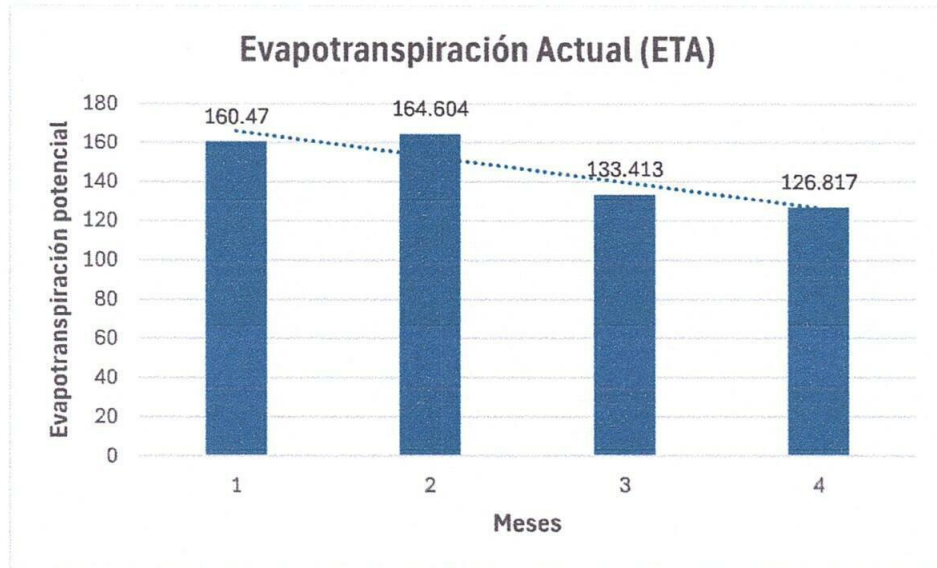
- **Evapotranspiración actual (ETA)**

Cuadro 12. De la evapotranspiración actual (ETA)

Nº	Meses	Evapotranspiración actual (ETA)
1	Septiembre	160.47 mm/mes
2	Octubre	164.604 mm/mes
3	Noviembre	133.413 mm/mes
4	Diciembre	126.817 mm/ mes
5	4 meses	585.304 mm/ 4 meses
6	En m3/ha	5853.04 m3/ha

Fuente: Docente

Gráfica 4 Los meses setiembre, octubre, noviembre y diciembre la Evapotranspiración actual (ETA)



Fuente: Docente

En la gráfica 4 muestra la evapotranspiración es mayor en el mes de octubre (164.604 mm/mes), en cambio en el mes de diciembre es menor con 126.817.36 mm/mes.

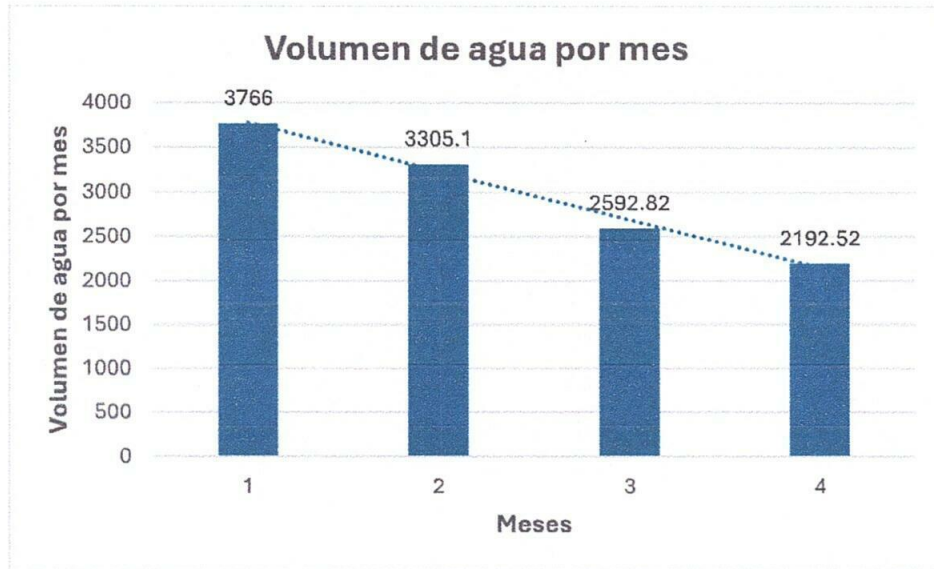
Demanda de agua del proyecto en cuatro meses.

- a) **Volumen mínimo de agua del proyecto para el cultivo de arroz**
Cuadro 13. Volumen mínimo de agua del proyecto.

N ^a	Meses	Demanda de agua del Proyecto
1	Setiembre	3766.00 m3/ha
2	Octubre	3305.10 m3/ha
3	Noviembre	2592.82 m3/ha
4	Diciembre	2192.52 m3/ha
Total de agua		11856.44 m3/ha en 4 meses

Fuente: Docente

Grafica 5 Demanda de agua de proyecto riego por gravedad



La gráfica 5 muestra el volumen de agua del proyecto para el cultivo de arroz, en el mes de setiembre es 3766.0 m³/ha, muestra la más baja es el mes diciembre con 2192.52 m³/ha.

b) Volumen mínimo de agua en las fases fenológicas del cultivo de arroz.

Días	Fases Fenológicas del cultivo	Demanda de cultivo
62	Fese vegetativa	4500 m ³ /ha
30	Fase reproductiva	3500 m ³ /ha
30	Fase maduración	3968.93 m ³ /ha
122	3 fases fenológicas	11 968.93 m ³ /ha

Fuente: Docente

Gráfica 6 de las fases fenológicas del cultivo de arroz y la demanda de agua.



La gráfica 6 muestra las 3 fase fenológicas del cultivo de arroz; fase vegetativa 60 días, fase reproductivas 30 días, fase maduración 30 días; la demanda para la primera fase 4500 m3/ha, fase reproducción 3500 m3/ha y la maduración 3968.93 m3/ha.

- **Percepción de la demanda optima de agua en el cultivo de arroz.**

a) Demanda de agua en 122 días del cultivo de arroz

Cuadro 15. La demanda de agua del proyecto y deficiencia hídrica

N ^a	Demanda del proyecto de agua	Evapotranspiración actual (ETA)	Deficiencia hídrica
Metro cubico/ ha	11848.525 m3/ha	5858.04 m3/ha	5995.485 m3/ha
Días	122 días	122 días	122 días

Fuente: Docente

En el cuadro 15 se muestra la deficiencia de hídrica es de 5995.485m3/ha, la fuente de la precipitación no es suficientes para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo de arroz, los agricultores complementan, con canales de riego que llevan agua desde el rio amujo del distrito de. Jaén.

Por otro la tenemos el informe de evaluación, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático predijo que la temperatura superficial global promedio aumentará entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100. Además, la distribución e intensidad de las precipitaciones cambiarán en respuesta a este aumento de temperatura (Grupo de Trabajo I del IPCC, 2001). Estas perturbaciones en las precipitaciones afectarán el caudal de los ríos y la escorrentía de las inundaciones, lo que a su vez probablemente repercutirá en la cantidad de agua de riego disponible (Sakamoto et al., 2006)

b) La demanda eficiente del agua en 140 días del cultivo de arroz



Cuadro 16 La demanda eficiente hídrico y las fases fenológicas del cultivo de arroz

N ^a	Demanda eficiente de agua	Demanda del proyecto (DP)	Deficiencia hídrica
Metro cubico/ ha	16 000 m ³ /ha	11848.525 m ³ /ha	4151.475 m ³ /ha
Días	140 días	140 días	140 días

Fuente: Docente

En la agricultura de Colombia la demanda anualmente es de 54% del agua consumida (19386 millones (M) de m³), de los cuales 4185 Mm³ son implementados para el cultivo de arroz de estos, se estima que solo 962 Mm³ consumidas de forma efectiva. Para Tolima, como principal productor de arroz del país, la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ) y las asociaciones de usuarios de los distritos de riego estima que la demanda de agua en zonas inundables oscila entre 16000 a 30000 m³/ha-cosecha de arroz (González B. & Alonso, 2016)

4.7. HALLAZGOS

Los hallazgos, que se presentó en el presente informe de responsabilidad social universitarios es como sigue:

1. La precipitación presenta alta variabilidad, con valores mínimos críticos como 9.82 mm en septiembre, insuficientes para sostener el cultivo sin riego complementario.
2. La evapotranspiración potencial supera ampliamente la precipitación efectiva, especialmente en octubre y diciembre, evidenciando un desbalance hídrico constante.
3. La evapotranspiración actual (ETA) es más alta en octubre (164.6 mm/mes), coincidiendo con una etapa sensible del cultivo, lo que incrementa la demanda de riego.
4. Existe un déficit hídrico significativo de 5995.485 m³/ha, lo que confirma que las lluvias no cubren las necesidades reales del cultivo de arroz durante los 122 días de producción.
5. Las fases fenológicas del arroz requieren más de 11 968 m³/ha, volumen que supera la disponibilidad natural, obligando a depender del sistema de riego por gravedad para asegurar el rendimiento.

Hay un déficit hídrico acumulado importante en el trimestre mayo-octubre, noviembre y diciembre.



La importancia del cultivo de arroz y el alimento básico de más de la mitad de la población mundial y requiere una gran cantidad de agua para su cultivo. Sin embargo, la creciente crisis hídrica en los países arroceros se ha convertido en un motivo de preocupación. El aumento de la demanda de producción de arroz, sumado a la escasez de agua, ha provocado una grave crisis hídrica en estos países (Mallareddy et al., 2023)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a. Conclusiones.

- La precipitación efectiva es insuficiente. Durante los meses de septiembre a diciembre, la precipitación efectiva fue muy baja (entre 9.82 y 39.17 mm/mes), lo cual no cubre las necesidades hídricas del cultivo de arroz, generando una marcada deficiencia hídrica.
- La evapotranspiración potencial y actual presentan valores elevados. Tanto los métodos de Hargreaves como el cálculo por temperatura muestran altos niveles de ETP (entre 145 y 188 mm/mes), lo que confirma una elevada demanda de agua del cultivo en todas las etapas productivas.
- La demanda de agua del proyecto supera ampliamente la disponibilidad natural. El cultivo requiere 11 856.44 m³/ha en cuatro meses, mientras que la ETA solo aporta 5853.04 m³/ha, generando un déficit significativo que obliga a depender del riego por gravedad para mantener el rendimiento del arroz.
- Las fases fenológicas requieren grandes volúmenes de agua. La fase vegetativa, reproductiva y de maduración demandan un total de 11 968.93 m³/ha, lo cual coincide con la alta demanda del proyecto y evidencia que el arroz es altamente exigente en agua, especialmente bajo condiciones climáticas variables.

b. Recomendaciones

- Optimizar el uso del agua mediante técnicas de riego eficiente. Se recomienda implementar riego intermitente, nivelación de parcelas y control de láminas para reducir el desperdicio de agua y mejorar la eficiencia del sistema actual.
- Monitorear permanentemente las variables climáticas. Un seguimiento continuo de la precipitación, temperatura y humedad permitirá anticipar déficits hídricos y mejorar la programación del riego.



- Evaluar alternativas de manejo del cultivo Considerar variedades de arroz más tolerantes a déficits hídricos y ajustar calendarios de siembra para coincidir con meses de mayor disponibilidad de agua.
- Fomentar estrategias de adaptación al cambio climático Debido a la tendencia de aumento de temperaturas y variabilidad de lluvias, es necesario fortalecer la gestión integrada del agua, incluyendo captación de aguas superficiales, reservorios y uso racional del recurso hídrico.

6. BIBLIOGRAFIA

Ahmad, Q.-A., Moors, E., Biemans, H., Shaheen, N., Masih, I., & Ur Rahman

Hashmi, M. Z. (2023). Climate-induced shifts in irrigation water demand and supply during sensitive crop growth phases in South Asia. *Climatic Change*, 176(11). <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03629-7>

González B., M., & Alonso, A. M. (2016). Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. *Nova*, 14(26), 111-126.

<https://doi.org/10.22490/24629448.1757>

Humphreys, E., Meisner, C., Gupta, R., Timsina, J., Beecher, H. G., Lu, T. Y.,

Yadvinder-Singh, Y.-S., Gill, M. A., Masih, I., Guo, Z. J., & Thompson, J.

A. (2005). Water Saving in Rice-Wheat Systems. *Plant Production Science*, 8(3), 242-258. <https://doi.org/10.1626/pps.8.242>

Linares Abanto, Vicente & Quiroz Valle, Juan (1). (s. f.).

Mallareddy, M., Thirumalaikumar, R., Balasubramanian, P., Naseeruddin, R.,

Nithya, N., Mariadoss, A., Eazhilkrishna, N., Choudhary, A. K.,

Deiveegan, M., Subramanian, E., Padmaja, B., & Vijayakumar, S. (2023).

Maximizing Water Use Efficiency in Rice Farming: A Comprehensive

Review of Innovative Irrigation Management Technologies. *Water*,

15(10), 1802. <https://doi.org/10.3390/w15101802>



Przystupa, K., Kolodiy, Z., Yatsyshyn, S., Majewski, J., Khoma, Y., Petrovska, I.,
Lasarenko, S., & Hut, T. (2022). Standard deviation in the simulation of
statistical measurements. *Metrology and Measurement Systems*, 17-30.
<https://doi.org/10.24425/mms.2023.144403>

Sakamoto, T., Van Nguyen, N., Ohno, H., Ishitsuka, N., & Yokozawa, M. (2006).
Spatio-temporal distribution of rice phenology and cropping systems in
the Mekong Delta with special reference to the seasonal water flow of
the Mekong and Bassac rivers. *Remote Sensing of Environment*, 100(1),
1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.09.007>

Fuente: <https://es.weatherspark.com/s/19992/2/>



7. Anexos

Inicio 8 de setiembre 2025, de las actividades en el campo en la Estación Meteorológica de Jaén



M



Exposición 25 de noviembre, de los resultados de la precipitación efectiva (PE)



Exposición 25 noviembre, de los resultados Evapotranspiración potencial (ETP)

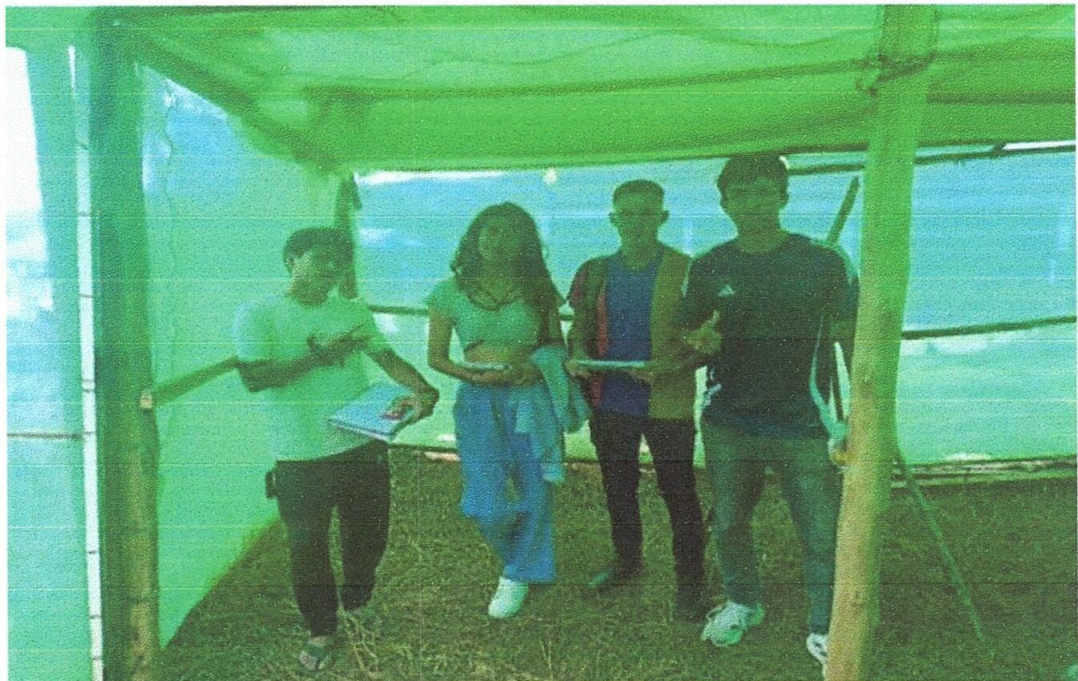




Después los resultados Precipitación efectiva (PE), Evapotranspiración (ETA), Evapotranspiración potencial (ETP), y Demanda de agua



3





Jaén, 04 de setiembre del 2025.

SEÑOR: MS.C. Ing. Hugo Pantoja Tapia

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
Director Zonal N° 2

Copia-Ing.

Coordinador de Investigación INIA- JAÉN

Presente:

16

Me dirijo a usted respetuosamente en virtud de su cargo, tengo carga académica del semestre 2025-2, del curso Climatología, en la Escuela Profesional Ingeniería Forestal y Ambiental, de la Universidad Nacional de Jaén; Es por esto motivo, solicito permiso para realizar las prácticas en el Estación Meteorológica de Jaén, el día lunes 08 de setiembre del 2025, a horas 11: 30 am hasta 1:00 pm.

Por otro lado, solicito contar con los siguientes datos meteorológico como mínimo 5 años, de los registros de datos de:

- a. Temperatura del suelo
- b. Humedad atmosférica

Adjunto:

Carga académica 2025-2-UNJ

Relación de los estudiantes con respectivas firmas

Agradeciendo sus buenos oficios, para la formación del capital humano de la Provincia de Jaén, me despido.

Atentamente,

.....
Dr. Cirilo Mario Caira Mamani •
Docente del Curso Climatología
Email: cirilo.ccaira@unj.ed.pe
Celular 960570583

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN.
 CURSO DE CLIMATOLOGIA- SEMESTRES 2025-2
 DOCENTE DEL CURSO DR. CIRILO MARIO CAIRA MAMANI
 GESTIÓN PARA LAS PRÁCTICA DE -LUNEA 8 DE SETIEMBRE 2025-UNJ

Nº	CODIGO	APELLIDOS Y NOMBRES	ASISTENCIA	HORA am	FIRMA
1	20221210099	ALTAMIRANO ZABACHE JEISEL OMAR	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
2	2022210079	ALTAMIRANO LÓPEZ VALERY MAYLY	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
3	2023210052	ARANDA RUEDA BRAYAN ANDERSON	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
4	2023230037	BURGA BAZAN JOHANN FERNANDO	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
5	2023210128	CASTILLO LIZANA INGRID ANALY	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
6	2023230034	CUBAS FLORES GUERAIMICHEL	SI	8:00	<i>[Signature]</i>
7	2023210122	GERALDO ADRIANZEN PAUL ANDERSON	SI	8:00	<i>[Signature]</i>
8	2023230036	HOYOS MESTANZA CAROL FIORELLA ZORAIDA	SI	8:00	<i>[Signature]</i>
9	2023210044	HUANCAS CRUZ NOEMI	SI	8:00	<i>[Signature]</i>
10	2023110103	MALCA SÁNCHEZ EDUARDO JEFFERSON	SI	8:00	<i>[Signature]</i>
11	2023230040	MENDOZA MONTEZA WALTER BENEDICTO	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
12	2023230039	MENDOZA PLACENCIA ERICK ANTHONY	SI	8:00	<i>[Signature]</i>
13	2023210121	NAVARRO VILLALOBOS SARITA FIORET	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
14	2023110110	NUÑEZ ROMAN CRISTIAN LEO	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
15	2023130034	QUIÑONES PUELLES SEBASTIAN	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
16	2022110032	RAFAEL HUATANGARE CÉSAR LEONARDO	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
17	2022240059	SANTA CRUZ SANCHEZ CIELITO NINEL	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
18	2023230035	SANTOS OLANO JOSUÉ JHAMPOI	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
19	2023230033	TORO TANTALEÁN EMELY YARELI	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>
20	2023230038	VILCHEZ RABANAL ANA BELEN	SI	8:00 am	<i>[Signature]</i>

3

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. FORESTAL Y AMBIENTAL**

“CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SETIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO-JAÉN”.

Nº	Apellido y nombres	DNI	Fecha	Firma
1	AGUILAR MONTOYA SELENA MAYLI	61100178	25/11/2025	
2	CAMPOS CASTILLO EDERLY IVAN	75321492	25/11/2025	
3	CERVANTES CASTRO DEYLI MAYRITA		25/11/2025	
4	CORDOVA OCUPA YOFREY ABIMEL	60435098	25/11/2025	
5	CORDOVA ROJAS JAIDEN AVIEL		25/11/2025	
6	CORREA CÓRDOVA JHONATAN MICHEL	74637441	25/11/2025	
7	DOMÍNGUEZ ACUÑA DARWIN ESMITH	71580290	25/11/2025	
8	FACUNDO CALLE ANGEL RICARDO	70764363	25/11/2025	
9	GALVEZ COLLAZOS ANSHELO STIVEN		25/11/2025	
10	GARCIA CORDOVA HARLIN EDIXON	73174946	25/11/2025	
11	GARCÍA FLORES DELINA		25/11/2025	
12	GUEVARA DIAZ YAKSON MICHEL	77160123	25/11/2025	
13	GUTIERREZ GUERRERO DAIRA ANGHELINA		25/11/2025	
14	HORNA CASTRO DIEGO ANGE	72516400	25/11/2025	
15	HUAMÁN GUERRERO JOSÉ MILIER		25/11/2025	
16	HUAMÁN NUÑEZ REY DAVID	71903740	25/11/2025	
17	HURTADO CERDAN EDDY MICHAEL	75312630	25/11/2025	
18	JARAMILLO VARGAS ANAIS DEL PILAR	73068020	25/11/2025	
19	MAYO NEYRA JAMIL ROLANDO		25/11/2025	
20	MESONES CAMPOVERDE BORIS JUNIOR	73869995	25/11/2025	
21	MOLOCHO TARRILLO RUTH YESSENIA	75917128	25/11/2025	
22	NUÑEZ HUAMAN JOSUE ALESSANDRO	71895245	25/11/2025	
23	NUÑEZ VILLANUEVA CARLOS ALBERTO		25/11/2025	
24	RIVERA CHÁVEZ CRISTIAN DANIEL		25/11/2025	
25	RODRÍGUEZ CARRIÓN MIGUEL ANGEL	708061309	25/11/2025	
26	ROJAS FACUNDO JHAN ESMITH	72946625	25/11/2025	
27	RUMAY ROMAN YASMIN LUCERO	75108636	25/11/2025	
28	SAAVEDRA MACO JUAN JUNIOR	71477582	25/11/2025	
29	SAAVEDRA VARGAS LANDER ALEXIS	75820120	25/11/2025	
30	SANCHEZ RECALDE JUAN JEFERSON	71064868	25/11/2025	
31	SANTOS NOLASCO SOYMER	60435664	25/11/2025	
32	SURITA JIMENEZ TREYCY LIZBETH		25/11/2025	
33	TARRILLO SILVA EMILY	75468565	25/11/2025	
34	YDROGO REQUEJO ANGELA	75522004	25/11/2025	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. FORESTAL Y AMBIENTAL
"CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA DEMANDA DE AGUA DEL
CULTIVO DE ARROZ DE SETIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO-

N°	APELLIDOS Y NOMBRE	DNI	FECHA	FIRMA
1	ALTAMIRANO AZABACHE JEISCEL OMAR	72941253	19-12-25	<i>[Signature]</i>
2	ALTAMIRANO LÓPEZ YALENY MAYLY	75204699	19-12-25	<i>[Signature]</i>
3	ARANDA RUEDA BRAYAN ANDERSON			
4	BURGA BAZAN JOHANN FERNANDO			
5	CASTILLO LIZANA INGRID ANALY			
6	CUBAS FLORES GUIERAL MICHEL			
7	GERALDO ADRIANZEN PAUL ANDERSON	7428501	19-12-25	<i>[Signature]</i>
8	HOYOS MESTANZA CAROL FIORELLA ZORAIDA	71914731	19-12-25	<i>[Signature]</i>
9	HUANCAS CRUZ NOEMÍ			
10	MALCA SÁNCHEZ EDWARD JHEFERSON	75733644	19-12-25	<i>[Signature]</i>
11	CUBAS MENDOZA.....			
12	MENDOZA PLACENCIA ERICK ANTHONY			
13	NAVARRO VILLALOBOS SARITA FIORET			
14	NUÑEZ ROMAN CRISTIAN LEO	60165383	19-12-25	<i>[Signature]</i>
15	QUIÑONES PUELLES SEBASTIAN			
16	RAFAEL HUATANGARE CÉSAR LEONARDO			
17	SANTA CRUZ SANCHEZ CIELITO NINEL	76539733		<i>[Signature]</i>
18	SANTOS OLANO JOSUÉ JHAMPOL			
19	TORO TANTALEÁN EMELY YARELI			
20	VILCHEZ RABANAL ANA BELEN			

21 Andres Corrales

60806344

PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE)

- Septiembre: 9.83 mm/mes
- Octubre : 32.40 mm/mes
- Noviembre : 29.70 mm/mes
- Diciembre : 39.17mm/mes

EVAPOTRANSPIRACIÓN ACTUAL (ETA)

- Septiembre : 160.47mm/mes
- Octubre : 164.62 mm/mes
- Noviembre : 133.41 mm/mes
- Diciembre : 126.87mm/mes

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)

- Septiembre: 133.73mm/mes
- Octubre : 149.65 mm/mes
- Noviembre: 148.237 mm/mes
- Diciembre : 149.26mm/mes

DEMANDA DE AGUA(DA)

- Septiembre : 1506.4 m³/ha
- Octubre : 1322.2 m³/ha
- Noviembre :1037.13 m³/ha
- Diciembre : 877.01m³/ha

DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO(DP)

- Septiembre : 3766 m³/ha
- Octubre : 3305 m³/ha
- Noviembre : 2585 m³/ha
- Diciembre : 2192.252 m³/ha

KC DE LOS 4 MESES

- Septiembre : 1.20 Kc
- Octubre : 1.10 Kc
- Noviembre : 0.90Kc
- Diciembre : 0.85 Kc



“CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETA) Y LA DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO DE ARROZ DE SETIEMBRE A DICIEMBRE, EN LA ZONA YANUYACU BAJO-JAÉN”.

Responsabilidad Social Universitaria (RSU)

CURSO: CLIMATOLOGÍA

- CIVLO: V
- SEMESTRE: 2025-II

Docente Responsable:

Dr. Cirilo Mario Caira Mamani

Fecha: 10 de diciembre de 2025

Volumen de agua requerido para 1 ha (sept.-dic.):

✓ 11 968.93 m³/ha

GRUPO 7:

SANTOS OLANO JOSUE JHAMPOL
ALTAMIRANO AZABACHE JEISCEL OMAR
ALTAMIRANO LÓPEZ YALENY MAYLY
CUBAS FLORES GUIERAL MICHEL
NUÑEZ ROMAN CRISTIAN LEO

GRUPO 8

BURGA BAZAN JOHAN FERNANDO
GERALDO ADRIANZEN PAUL ANDERSON
MALCA SANCEHZ EDGUARD JHEFERSON
RAFAEL HUATANCARE CESAR LEONARDO
SANTA CRUZ SANCHEZ CIELITO NINEL

GRUPO 9

ARANDA RUEDA, BRAYAN ANDERSON
CASTILLO LIZANA, INGRID ANALY
CUBAS MENDOZA, WALTER BENEDICTO
MENDOZA PLACENCIA, ERICK ANTHONY
VILCHEZ RABANAL, ANA BELEN

GRUPO 10

HOYOS MESTANZA, CAROL
HUANCAS CRUZ, NOEMI
NAVARRO VILLALOBOS, SARITA
QUINONES PUELLES, SEBASTIAN
TORO TANTALEÁN EMELY YARELI

PROBLEMA

En la zona de Yanuyacu Bajo, la reducción de la precipitación y el incremento de la evapotranspiración han generado un déficit hídrico significativo para el cultivo de arroz, haciéndolo altamente dependiente del riego. Sin embargo, el sistema de riego por gravedad presenta pérdidas considerables por infiltración y baja eficiencia, lo que disminuye aún más la disponibilidad real de agua para el cultivo.

Para comprender la magnitud de este problema, es necesario analizar datos de precipitación y temperatura de los años 2011–2019 y 2024, calcular la precipitación efectiva mediante desviación estándar, estimar la evapotranspiración potencial y real (ETP y ETA), y determinar la demanda hídrica del arroz por hectárea, considerando sus fases fenológicas. Este análisis permitirá evaluar con precisión la vulnerabilidad hídrica del cultivo y la necesidad de mejorar la gestión del agua en la zona.

ZONA DE ESTUDIO – CARACTERÍSTICAS

- Ubicación: Yanuyacu Bajo, distrito de Bellavista – Jaén.
- Altitud: 618–643 msnm
- Clima: cálido-húmedo, con fuertes variaciones mensuales de lluvia.
- Actividad agrícola principal: cultivo de arroz es riego por gravedad.
- Problema hídrico: los canales presentan pérdidas, infiltraciones y baja eficiencia.

- El análisis climático de esta zona permite entender cómo cambian las necesidades de agua del arroz y qué tan vulnerable es ante los periodos secos prolongados.

ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO APLICADO

Este trabajo se realizó como parte de las actividades de Responsabilidad Social Universitaria (RSU), donde los estudiantes del curso de Climatología participaron en: Cálculo de desviación estándar, en base a la temperatura a la conversión de grado °F. realizar la evapotranspiración real o actual, factor Kc, e con el método de Hargreaves de evapotranspiración potencial.

Alta Dependencia del Arroz al Riego por Déficit Hídrico Natural.

- Precipitación efectiva aportada: 1 111 m³/ha
- Demanda total del cultivo (122 días).
- Durante 4 meses demanda de agua del proyecto:
 - 11 848.525
- Necesidad de agua para el cultivo de Arroz:
 - 16 000 m³/ha.
- Déficit hídrico:
 - 4 151.475 m³/ha

CONCLUSIONES

- El análisis climatológico realizado confirma que Yanuyacu Bajo

- presenta un clima cálido-húmedo con fuerte variabilidad mensual de lluvias, lo cual influye directamente en la disponibilidad de agua para los cultivos y en la planificación agrícola local.
- El cultivo de arroz en la zona depende fuertemente del riego por gravedad debido al marcado déficit hídrico, ya que la precipitación efectiva (1 111 m³/ha) es insuficiente frente a una demanda total que supera los 11 800 m³/ha, generando un déficit aproximado de 4 151 m³/ha.
- Las pérdidas en los canales de riego por infiltración y baja eficiencia agravan la vulnerabilidad del cultivo, incrementando aún más la brecha entre el agua disponible y la requerida. Esto evidencia la necesidad de mejorar la infraestructura hídrica para asegurar la sostenibilidad del arroz en periodos secos prolongados.
- La participación estudiantil mediante los cálculos de desviación estándar, conversión de temperaturas, estimación de evapotranspiración y aplicación del método de Hargreaves permitió comprender la dinámica hídrica del cultivo, aportando información técnica útil para la gestión eficiente del agua en el marco de las actividades de Responsabilidad Social Universitaria (RSU).