

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



## EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE HIDROGEL AGRÍCOLA (POLIACRILATO DE POTASIO) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN UN ENTISOL

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

EYMI JACKELIN ORIHUELA IZQUIERDO

Pucallpa, Perú

2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**ANEXO 4**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS**

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **EYMI JACKELIN ORIHUELA IZQUIERDO**, denominada: **“Efecto de diferentes dosis de hidrogel agrícola (poliacrilato de potasio) en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en un entisol”**, para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: APROBADO POR UNANIMIDAD con el calificativo (\*) ..... DIECIOCHO (18) .....

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico .....), (Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 04 de AGOSTO de 2023.

  
 .....  
**Dr. Fernando Pérez Leal.**  
 Presidente

  
 .....  
**Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.**  
 Secretario

  
 .....  
**Ing. María A. Pilco Lozano, M.Sc.**  
 Miembro

  
 .....  
**Ing. Giraldo Almeida Villanueva, M.Sc.**  
 Asesor

(\*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

**Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.**

Dr. Fernando Pérez Leal.

  
.....  
PRESIDENTE

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.

  
.....  
SECRETARIO

Ing. María Adelaida Pilco Lozano, M.Sc.

  
.....  
MIEMBRO

Ing. Giraldo Almeida Villanueva, M.Sc.

  
.....  
ASESOR

Bach. Eymi Jackelin Orihuela Izquierdo.

  
.....  
TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° V/0443-2023.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

**"EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE HIDROGEL AGRÍCOLA (POLIACRILATO DE POTASIO) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN UN ENTISOL"**

Autor(es) : **ORIHUELA IZQUIERDO, EYMI JACKELIN**  
Facultad : **CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
Escuela : **Agronomía**  
Asesor(a) : **Mg. Almeida Villanueva, Giraldo**

Presenta un **porcentaje de similitud de 0%**, verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 24/07/2023



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA  
Director de Producción Intelectual



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Eymi Jackelin Orihuela Izquierdo

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

Efecto de diferentes dosis de hidrogel agrícola (poliacrilato de Potasio) en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en un entisol.

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: Ing. Giraldo Almeida Villanueva M.Sc.

En la Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 11/08/2023

Email: eymiorihuela@gmail.com  
Teléfono: 943237099

Firma:   
DNI: 75866786

• [www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)  
✉ [repositorio@unu.edu.pe](mailto:repositorio@unu.edu.pe)

## DEDICATORIA.

A mi Dios Padre Celestial, por darme fuerzas cada día para la realización de este trabajo, sin él no hubiese podido lograr nada y tampoco hubiese llegado a ser profesional sin su misericordiosa

A mis hermanos Gianinna, Edith, Eloy, Edina, Daniel y María; que, con sus experiencias, sus consejos y la confianza que depositaron en mí, me brindaron el impulso y motivación

A Gino Campos, por motivarme a finalizar este este trabajo de investigación y a toda mi familia, que es lo mejor y más valioso que tengo.

A mis padres por depositar su confianza en mí frente a toda mi carrera universitaria e inculcarme el amor al estudio ya que ellos no pudieron, a ellos que me impulsaron cada día a levantarme y luchar frente

A mis preciosos y adorados sobrinos que amo con todo mi corazón, ellos son parte de mi anhelo para superarme cada día y ser una buena profesional.

## **AGRADECIMIENTO.**

A Dios Padre Celestial, por regalarme vida y salud cada día durante el proceso de la carrera y brindarme fuerzas para alcanzar una de mis mayores anhelos, ser profesional.

A mis padres Dominga y Eloy por apoyarme incondicionalmente desde el primer día en la universidad, hasta culminarla. A mis hermanos Gianinna, Edith, Eloy, Edina, Daniel y María; gracias por su apoyo incondicional y consejos, gracias por todo eso. Sino me hubiesen enseñado lo duro que es la vida y demostrado que no es imposible superarlo, hubiese desmayado en el camino.

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi casa superior de estudios por acogirme durante cinco largos años. A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y docentes por confiar en nuestras capacidades como alumnos y brindarnos sus conocimientos dentro y fuera de las aulas. Al Ing. Goldis Perry Dávila, a la Ing. María Adelaida Pillco Lozano y al Dr. Herman Collazos, por sus apoyos al iniciar con el proyecto y en especial al Ing. Giraldo Almeida Villanueva, por su apoyo incondicional brindado en calidad de Asesor, Muchísimas gracias.

A la Ing. Zoila Vásquez Odicio, por el compartir de su conocimiento en el cultivo de maíz; asimismo, al Ing. Olimpo Huarac Rosales, representante de INTEROC en la región por su apoyo.

A Gino Campos, por su apoyo incondicional, a Jasmin Aguilar, mi mejor amiga como también a todos los que fueron parte de este proyecto, me apoyaron y creyeron en mí.

# ÍNDICE.

Pág.

RESUMEN.....	x
ABSTRACT. ....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN. ....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA. ....	3
2.1. Origen del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	3
2.2. Clasificación Taxonómica. ....	3
2.3. Descripción botánica del maíz. ....	3
2.4. Requerimientos climáticos para el maíz.....	4
2.5. Importancia hídrica en el cultivo de maíz. ....	5
2.6. Condiciones edáficas.....	6
2.7. Fertilización. ....	7
2.8. Densidad de siembra.....	7
2.9. Profundidad de siembra.....	7
2.10. Fenología del maíz .....	8
2.11. Importancia del cultivo del maíz amarillo duro. ....	8
2.12. Importancia económica del cultivo en el Perú. ....	9
2.13. Potencial de rendimiento del maíz atlas 777.....	10
2.14. El Hidrogel Agrícola (Poliacrilato de potasio). ....	10
2.14.1. Poliacrilato de potasio en la agricultura.....	11
2.14.2. Características del poliacrilato de potasio.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS. ....	14
3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	14
3.1.1. Ubicación.....	14
3.1.2. Duración del trabajo de investigación. ....	15
3.2. CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO. ....	15
3.2.1. Clima. ....	15
3.2.2. Suelo. ....	16
3.2.3. Componentes en estudio.....	17



3.2.4. Metodología de la investigación.....	19
3.3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO. ....	20
3.3.1. Antecedentes del terreno.....	20
3.3.2. Muestreo del suelo. ....	21
3.3.3. Preparación del terreno. ....	21
3.3.4. Demarcación del terreno. ....	22
3.3.5. Construcción de las zanjas para la aplicación del producto. ....	22
3.3.6. Hidratación y aplicación del Hidrogel Agrícola. ....	22
3.3.7. Tratamiento de las semillas. ....	23
3.3.8. Siembra. ....	23
3.3.9. Fertilización. ....	24
3.3.10. Control de plagas. ....	24
3.4. VARIABLES EVALUADAS. ....	25
3.4.1. Rendimiento en grano seco (t/ha).....	25
3.4.2. Componentes de rendimiento.....	26
3.5. DATOS REGISTRADOS. ....	27
3.5.1. Análisis de suelo.....	27
3.5.2. Datos climatológicos.....	27
3.5.3. Datos de humedad de suelo. ....	27
3.5.4. Acame de planta.....	28
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	29
4.1. Del rendimiento del Cultivo. ....	29
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. RECOMENDACIONES. ....	34
VII. LITERATURA CITADA. ....	35
VIII. ANEXO.....	42

## RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Caserío de Vista Alegre, distrito de Callería, provincia de coronel Portillo y departamento de Ucayali. El objetivo fue determinar la dosis de hidrogel agrícola adecuadas para incrementar el rendimiento del cultivo de maíz híbrido ATLAS 777 en un suelo entisol. La siembra se realizó el día 8 de junio del 2022 en forma manual con un distanciamiento de siembra de 0.40 m entre plantas y 0.80 m entre hileras, equivalente a una densidad de siembra 62 500 plantas/ha. Los tratamientos fueron 0.0 t/ha, 0.01 t/ha, 0.02 t/ha, 0.03 t/ha y 0.04 t/ha de hidrogel agrícola. Se empleó un diseño estadístico de bloques completo al azar (DBCA) con 4 repeticiones, 5 tratamientos y 20 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: Diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, numero de mazorcas por planta, número de mazorcas totales, numero de hileras por mazorca, peso de 100 semillas al 14.0% de humedad y rendimiento en grano seco en t/ha. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de hidrogel en suelos de restinga no muestra significancia estadística en los parámetros productivos evaluados en el maíz atlas 777, debido a las deficientes precipitaciones durante el tiempo de investigación, para rehidratar el hidrogel y que este cumpla sus funciones en el suelo beneficiando a los componentes de rendimiento y cubriendo los requerimientos hídricos del cultivo.

Palabras claves: Retenedor de humedad, rendimiento en maíz, Híbrido atlas 777, Hidrogel agrícola.

## **ABSTRACT.**

This research was carried out in Vista Alegre Village, district of Calleria, province of Coronel Portillo and Ucayali region. The objective was to determine the adequate doses of the agricultural hydrogel to increase the yield of the Atlas 777 hybrid corn crop developed in an entisols soil. Planting was carried out on June 8, 2022 in a manually way, the planting spacing used was 0.40 meters between plants and 0.80 meters between rows, it is equivalent to a planting density of 62,500 plants per hectare. The treatments were 0.00 t/ha, 0.01 t/ha, 0.02 t/ha, 0.03 t/ha and 0.04 t/ha of agricultural hydrogel. The statistical design used was randomized complete block design (RCBD) with 4 repetitions, 5 treatments and 20 experimental units. The variables evaluated were: Corncob diameter, corncob length, number of corncobs per plant, number of corncobs in total, number of rows per corncob, weight of 100 corn kernels at 14.0% of humidity and dry kernels yield in t/ha. The results obtained show that the application of hydrogel on resting soils does not show statistical significance in the productive parameters evaluated in the Atlas 777 hybrid corn crop, due to deficient rainfall during the research period, to rehydrate the hydrogel so that it fulfills its functions in the soil, benefiting the yield components and covering the water requirements of the crop.

Keywords: Humidity retainer, Corn crop yield, Atlas 777 hybrid corn crop, Agricultural hydrogel.

## LISTA DE CUADROS.

<b>En el texto:</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Requerimiento de precipitaciones para el maíz amarillo duro por ciclo fenológico según 3 autores. ....	6
Cuadro 2. Resultados del análisis físico – químico del suelo de Vista Alegre. Pucallpa, Perú 2022. ....	17
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos del trabajo de investigación. ....	18
Cuadro 4. Dosis de herbicida e insecticida empleada en la preparación de terreno. ....	21
Cuadro 5. Cantidad de agua requerida por tratamiento para la hidratación y activación del hidrogel agrícola. ....	23
Cuadro 6. Análisis de varianza de diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, numero de mazorcas por planta, numero de mazorcas totales, numero de hileras por mazorca, peso de 100 semillas al 14% de humedad y rendimiento de grano en t/ha de maíz híbrido Atlas 777 en un entisol de Pucallpa. Pucallpa, Perú, 2022. ....	29
Cuadro 7. Promedio de porcentajes de humedad registradas en el campo durante el desarrollo del experimento. Pucallpa, Perú, 2022. ....	30
Cuadro 8. Requerimiento del maíz amarillo duro y datos obtenidos del experimento de precipitación y temperatura por etapa fenológica. ....	30
<b>En el anexo:</b>	
Cuadro 1A. Observaciones meteorológicas en la estación meteorológica principal de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú 2022. ....	43
Cuadro 2A. Análisis de varianza para diámetro de mazorca en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	45
Cuadro 3A. Análisis de varianza para longitud de mazorca en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	46
Cuadro 4A. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	47

Cuadro 5A. Análisis de varianza para número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	48
Cuadro 6A. Análisis de varianza para número de mazorcas totales en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	49
Cuadro 7A. Análisis de varianza para peso de 100 semillas al 14.0% de humedad en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	50
Cuadro 8A. Análisis de varianza para rendimiento en grano en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022. ....	51
Cuadro 9A. Observaciones registradas en el cultivo de maíz híbrido atlas 777; bajo el sistema de siembra tradicional y aplicación de dosis de hidrogel agrícola en el caserío Vista Alegre. Pucallpa, Perú, 2022. ....	52

## LISTA DE FIGURAS.

<b>En el texto:</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Estados fenológicos del maíz amarillo duro. ....	8
Figura 2. Producción nacional de maíz amarillo duro por departamentos. ....	10
Figura 3. Ubicación geográfica del área experimental. ....	14
Figura 4. Temperatura media (C°) registrados en la estación meteorológica principal de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú, 2022 .....	16
Figura 5. Precipitación pluvial (mm) registrados en la Estación Meteorológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali. ....	16
<b>En el anexo:</b>	
Figura 1A. Datos del análisis físico – químico del suelo realizado en el caserío Vista alegre.....	44
Figura 2A. Diámetro de mazorca del maíz híbrido Atlas 777 en centímetros. Pucallpa, Perú, 2022. ....	45
Figura 3A. Longitud de mazorca del maíz híbrido Atlas 777 en centímetros. Pucallpa, Perú, 2022 .....	46
Figura 4A. Numero de hileras por mazorca del maíz híbrido Atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.....	47
Figura 5A. Numero de mazorcas por planta del maíz híbrido Atlas 777 en unidades. Pucallpa, Perú, 2022. ....	48
Figura 6A. Numero de mazorcas totales del maíz híbrido Atlas 777 en unidades. Pucallpa, Perú, 2022. ....	49
Figura 7A. Peso de 100 semillas al 14% de humedad del maíz híbrido Atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.....	50
Figura 8A. rendimiento del maíz híbrido Atlas 777 en toneladas por hectárea. Pucallpa, Perú, 2022. ....	51
Figura 9A. Promedio del porcentaje de humedad obtenido por tratamientos el área de investigación. Pucallpa, Perú, 2022 .....	52
Figura 10A. Datos del porcentaje de humedad de suelo registradas cada 15 días durante la ejecución del proyecto.....	53

Figura 11A. Gráfico de los datos meteorológicos registrados en la estación principal de la Universidad Nacional de Ucayali.....	53
Figura 12A. Croquis de campo experimental y disposición de cada unidad experimental.....	54
Figura 13A. Malezas presentes antes de la instalación del experimento en el área a instalar.....	54
Figura 14A. Evaluación de población de malezas por metro cuadrado antes de la instalación del proyecto.....	55
Figura 15A. A. Medición de las zanjas/ B. Cavado de las zanjas para la aplicación de hidrogel.....	55
Figura 16A. Hidratación y preparación del Hidrogel agrícola.....	56
Figura 17A. Aplicación del hidrogel agrícola en el campo experimental de la investigación.....	56
Figura 18A. Extracción de suelo con barreno para la evaluación de porcentaje de humedad del suelo.....	57
Figura 19A. Pesado del fertilizante ferti – maíz para su aplicación en campo	57
Figura 20A. Aplicación y dosificación del fertilizante al campo experimental..	58
Figura 21A. Primera aplicación de herbicida e insecticida de prevención. ....	58
Figura 22A. Segunda aplicación de insecticida en el campo experimental. ...	59
Figura 23A. Manejo mecánico de las malezas.....	59
Figura 24A. Área experimental después del desmalezado mecánico.....	60
Figura 25A. Campo experimental de la tesis.....	60
Figura 26A. Visita de supervisión de los jurados en el campo experimental. .	61
Figura 27A. A. Campo experimental a la instalación. /B. Campo experimental en floración .....	61
Figura 28A. Medición de altura de planta e inserción de la mazorca.....	62
Figura 29A. Cosecha en el campo experimental.....	62
Figura 30A. Oreado de las mazorcas de maíz.....	63
Figura 31A. Medición de las variables en gabinete. Pucallpa, Perú, 2022. ....	63

## I. INTRODUCCIÓN.

Es importante señalar que el maíz es una planta que tiene múltiples usos y que puede ser utilizada en varias etapas de su desarrollo desde las mazorcas muy jóvenes maíz baby, hasta las mazorcas verdes tiernas y los granos ya maduros, no hay duda, de que el maíz tropical continuará teniendo un papel muy importante en la alimentación de la población en aumento; así mismo, la demanda de maíz para la alimentación animal aumentará de los 165 millones de toneladas a casi 400 millones en el 2030, o sea un aumento de 240 %, esto significa que en muchos países será difícil aumentar el área cultivada y el incremento de la producción de maíz tendrá que, por lo tanto basarse en un aumento de la productividad y en la intensificación del número de cultivos anuales (Almeida, 2008).

Actualmente, alrededor de 200 productores y empresas ubicadas en el caserío Vista Alegre, año tras año siembran el cultivo de maíz tradicionalmente y/o mecanizada, y aunque usan semillas certificadas, como el maíz híbrido atlas 777 y otros, con buen potencial de rendimiento de 12.78 t/ha de grano seco sin tusa, los productores suelen alcanzar solo de 6 a 7 t/ha (Almeida, 2008). De acuerdo con el IICA (s.f), el incremento de la rentabilidad y producción de maíz está sujeto a condiciones climáticas favorables y manejo adecuado del agua. La falta de agua es uno de los factores de importancia en la producción de maíz en zonas tropicales. Según Yzarra *et al.* (2010), la falta de agua en la fase crítica del maíz (floración) puede reducir hasta el 45% el número de granos.

En la actualidad el hidrogel agrícola tiene múltiples aplicaciones y usos, lo que lo ha llevado a convertirse una alternativa importante para la agricultura



sostenible y sustentable; cabe mencionar que el sector agrícola a lo largo de los años buscó la manera de aprovechar el agua mediante la reconversión de cultivos y las tecnificaciones de sistemas de riego. Frente a ello otra de las formas de poder lograr el manejo eficiente del agua son los polímeros (hidrogeles), hechos a base de acrilamida, altamente absorbentes e insolubles en agua, estos constituyen una alternativa limpia y eficiente para disminuir las pérdidas de este elemento importante en la agricultura, mayormente influenciadas por la evaporación y percolación (López et al., 2016). Según Montoya et al. (2016), los hidrogeles son capaces de incrementar la eficiencia de la conservación de agua en el suelo y a su vez perfeccionar la estructura de ésta. Esto se evidencia cuando la superficie donde se realiza agricultura, comienza a perder humedad y para satisfacer las necesidades hídricas de la raíz, el hidrogel libera agua manteniéndola siempre hidratada (Tornado Distribuidora Comercializadora, 2012).

El presente trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo de incrementar el rendimiento del maíz amarillo duro híbrido atlas 777 con el uso del hidrogel agrícola (poliacrilato de potasio) en un entisol. Así mismo, generar tecnología a base del hidrogel agrícola (poliacrilato de potasio) con la correcta dosificación del producto, para expresar el potencial de rendimiento del maíz Atlas 777 en un entisol del caserío Vista Alegre.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1. Origen del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).**

El maíz surgió entre los años 8 000 y 600 AC aproximadamente, en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México (Acosta, R. 2009).

Otras revisiones aseguran también que el maíz se originó en una parte restringida de México y que los tipos más desarrollados fueron emigrando a diferentes sitios de América. Por otro lado, la existencia de una evidencia muy antigua relacionada a la domesticación del maíz, proviene de sitios arqueológicos de México, donde pequeñas tucas con edad estimada de 7000 años han sido excavadas (Chavarry, 2014).

### **2.2. Clasificación Taxonómica.**

De acuerdo a Morales (2018), el maíz pertenece a la división magniliophyta, orden cyperales, familia poaceae del género *Zea* y especie *Mays*.

### **2.3. Descripción botánica del maíz.**

La planta de maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las Poaceas y la misma es descrita en forma muy amplia por Olazo (2014). El maíz está constituido por un eje central, sostenido por un sistema radicular, fibroso y compacto que se forma entre la unión del mesocotilo y coleóptilo y los primeros nudos del tallo; en lo que al tallo refiere este presenta una longitud promedio de 2.50 m, es vertical, alargado y cilíndrico, presentan nudos y entrenudos cortos a

inicio y más largos a medida de su crecimiento. Asimismo, presentan hojas lanceoladas que nacen de la parte superior de los nudos, que durante el desarrollo de la planta van alternándose en forma gruesa a lo largo del tallo; en las axilas de estas podemos encontrar las yemas axilares que más tarde darán origen a la inflorescencia femenina (mazorca), teniendo en el eje central la tusa e insertadas a ella los granos, cubiertas finalmente por brácteas; asimismo en la parte superior de la planta se localiza la inflorescencia masculina productora de polen (panoja) que a dar inicio a la polinización se dará origen a los granos; . como dato, el maíz presenta dos inflorescencias, la masculina (panoja) y la femenina (mazorca).

#### **2.4. Requerimientos climáticos para el maíz.**

Los requerimientos climáticos para el maíz lo describen Espíritu (2018), afirmando que el cultivo es una planta con mayor adaptabilidad, llegando a producir hasta en una altura de 3000 msnm. Pero como otros cultivos estacionales presenta una serie de requerimientos climáticos favorables como lo es temperatura, luz y humedad, que brinda al cultivo un crecimiento rápido y que éste exprese su máximo potencial productivo; asimismo, para su crecimiento es adecuado a plena luz del sol y en días de floración se recomienda de 11 a 14 horas de luz por día y precipitaciones de 550 mm a 1000 mm máximo, para que pueda alcanzar mayores rendimientos (Parson, 1988). Por su parte Manrique (1997) añade que las temperaturas óptimas para el periodo vegetativo deben oscilar entre 15 a 30 °C.

## **2.5. Importancia hídrica en el cultivo de maíz.**

Según Yzarra *et al.* (2010), brindar cantidades adecuadas de agua a la planta, permite un mejor desarrollo y potencia el rendimiento del cultivo. El maíz como cualquier otro cultivo presenta un momento crítico de estrés de sequía siendo estos los primeros 7 días antes de la floración y 15 días posteriores a esta. Si existe ausencia de agua en esta etapa el número de granos puede reducirse hasta un 45% pudiendo alcanzar pérdidas de rendimiento de hasta 2 o 3 veces mayor que en otras fases de crecimiento. Por ello es importante emplear agua en función al desarrollo fenológico y en relación con variables como capacidad de campo, evapotranspiración y temperatura. El autor afirma que el maíz requiere por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación y que estén bien distribuidas durante todo el ciclo del cultivo; llegando a no ser suficiente si la humedad no puede mantenerse en el suelo ya sea por la poca profundidad o por el escurrimiento como también sucede que las temperaturas sean sumamente elevadas y el suelo presente escasa humedad relativa (Falcón, 2020).

Por su parte el SENASA (s.f.), recomienda el correcto suministro de agua en las diferentes etapas del cultivo como, post germinación, floración y maduración. Después de la germinación la disponibilidad del agua nos asegura una buena formación de raíces, como también en la floración permitirá una buena formación de la mazorca y es recomendado el riego cuando se haya alcanzado al menos la mitad de floración en todo el campo, asimismo el autor afirma que si hay disponibilidad hídrica en la etapa de maduración que es donde la demanda de agua es mayor, los granos estarán más turgentes y se asegura la calidad del grano. Por otro lado, el cultivo de maíz presenta una fase crítica

donde la planta demanda la mayor cantidad de agua. Este período sucede durante la fase de pre y post floración. La limitación de agua en esta fase puede afectar negativamente al rendimiento debido al estrés que provoca en la fisiología de la planta. También la falta de agua en las etapas iniciales después de la siembra afecta significativamente a la población de plantas, causando la muerte de plántulas y por ende la pérdida de población que más tarde se reflejará en disminución del rendimiento. La reducción de agua en el cultivo del maíz durante el período de prefloración, floración y post – floración llega a provocar pérdidas de hasta 25%, 50% y 21%, respectivamente.

**Cuadro 1. Requerimiento de precipitaciones para el maíz amarillo duro por ciclo fenológico según 3 autores.**

Fenología del cultivo	Precipitaciones por ciclo fenológico (mm)		
	Requerimiento		
Emergencia			
Aparición de hojas			
Panoja	650	500 a 700	550 a 1000
Espiga	(Senamhi,	(Falcón,	máximo
Maduración Lechosa	2017)	2020)	(Parson,
Maduración pastosa			1988).
Maduración Cornea			

**2.6. Condiciones edáficas.**

Según Espíritu (2018), indica que una adecuada condición de suelo para el cultivo de maíz son los suelos fértiles de textura intermedia bien drenados, aireados, profundos y fértiles, que presentes abundante materia orgánica (2.5 a 4 %), pH alrededor de 7 y deben ser planos con el fin de evitar empozamientos de agua.

## **2.7. Fertilización.**

En el cultivo del maíz hay etapas donde se extrae algunos nutrientes en mayor cantidad que otros, por ello Injante *et al.* (2010), afirma que la mayor demanda de nutrientes se da entre los 30 y 60 días después de la siembra, para ello es recomendable que los primeros 30 días se fertilicen con elementos móviles como el N, al final de los 90 días se tiene que haber completado cerca de 88% de sus necesidades 11 de N, 74% de P, 100% de K y el 90% de Mg respectivamente.

## **2.8. Densidad de siembra.**

De la Cruz (2016), indica que las bajas densidades de siembra van a afectar significativamente la captura de luz y por consiguiente al desarrollo del cultivo. Es por esto que el maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa, una densidad óptima permite el mejor aprovechamiento del sol, nutrientes del suelo y competencia con las malezas.

Según Fundación Chile (2011), cada empresa semillera indica cuál es la población óptima para cada una de sus variedades, pero la gran mayoría recomienda poblaciones de entre 90 y 100 mil plantas por hectárea. Con hileras a 75 cm de distancia, deberían establecerse entre 7 y 8 plantas por metro lineal.

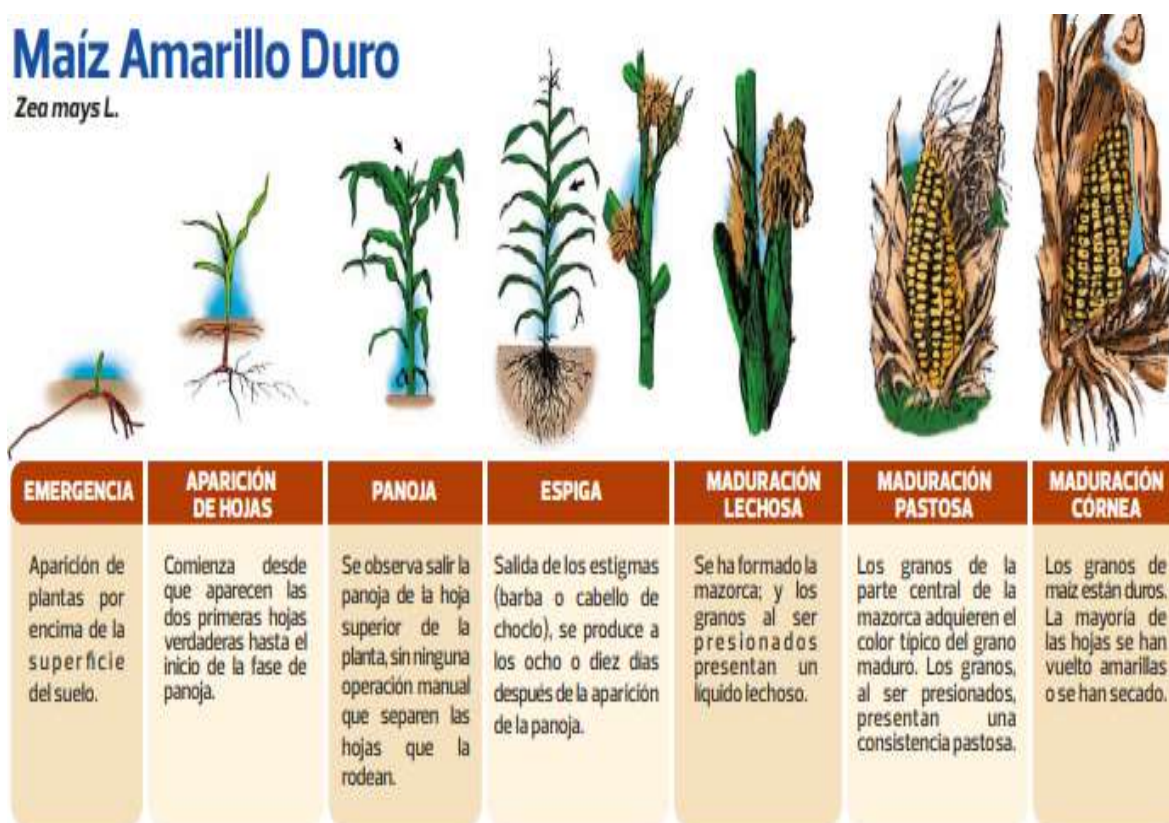
## **2.9. Profundidad de siembra.**

La profundidad de siembra debería fluctuar entre 4 y 7 cm, dependiendo de la preparación del suelo, del tipo de suelo, de la humedad del suelo al momento

de la siembra y del tamaño de la semilla. En caso de tener riego por aspersión, la profundidad a recomendar sería de 2,5 a 3 cm (Fundación Chile, 2011).

## 2.10. Fenología del maíz

Según Tió (2020), la fenología del maíz se divide en dos estados fenológicos, estados vegetativos y estados reproductivos.



**Figura 1. Estados fenológicos del maíz amarillo duro.**

Fuente: Senamhi, 2017.

## 2.11. Importancia del cultivo del maíz amarillo duro.

El maíz amarillo duro es un importante insumo para la industria procesadora de alimentos balanceados para animales y aves, sobre todo de la industria avícola (MIDAGRI, 2020).

Según el IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (MIDAGRI, 2021), indica que los productores dedicados al cultivo del maíz amarillo duro son 198 563, quienes ocupan una superficie de 261 577 hectáreas, que representa el 13,7% de la superficie agrícola con cultivos transitorios. Asimismo, el autor menciona que los pequeños productores representan el 63,7% del total y ocupan el 32,7% de la superficie cultivada por lo que existe una alta fragmentación de la tierra (0,7 hectáreas es el tamaño promedio que poseen los pequeños productores). Es un cultivo altamente articulado a los mercados. Así, el 80,2% de la superficie cultivada de maíz amarillo duro se orienta a la comercialización (venta en los mercados), es el segundo más alto después del arroz (91,6%), según el IV Censo 2012 (MIDAGRI, 2021).

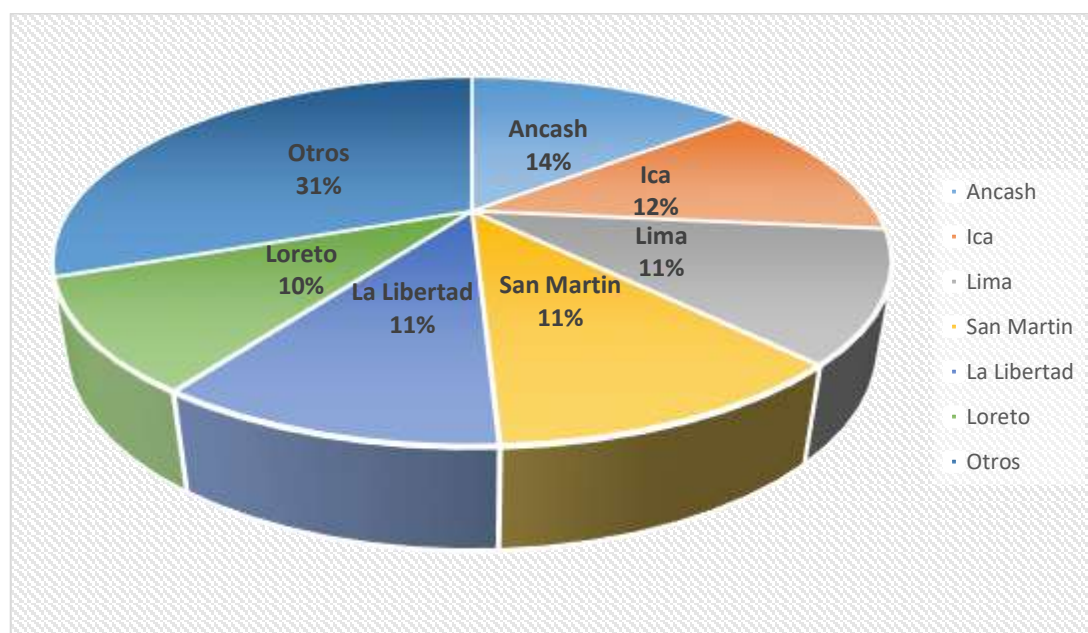
Los mismos autores manifiestan que los altos volúmenes importados se deben a la menor producción nacional y a la presión de la demanda interna, en especial de la industria de alimentos balanceados (principalmente avícola). La calidad del maíz amarillo duro peruano es muy superior a la calidad del producto importado, con alto contenido de caroteno y libre de micotoxinas. Por esta razón, el avicultor y porcicultor nacional demanda maíz amarillo peruano casi en su totalidad. Sin embargo, el bajo nivel competitivo de los productores maiceros no les permite obtener mejores precios que les posibilite sostener una producción.

## **2.12. Importancia económica del cultivo en el Perú.**

El maíz amarillo duro tiene gran importancia económica para el Perú. Constituye el 53% del insumo básico para la industria avícola y porcina. En el 2020 la producción nacional fue de 1.1 millón toneladas (t), en tanto que la región San Martín fue de 126 mil t en 44 mil hectáreas sembradas. Asimismo, el maíz



representa el 3.1% del valor bruto de la producción agrícola (VBPA) (MIDAGRI, 2021).



**Figura 2. Producción nacional de maíz amarillo duro por departamentos al 2022.**

Fuente. MOC – Marco orientador de cultivos 2021-2022 - MIDAGRI.

### 2.13. Potencial de rendimiento del maíz atlas 777.

Según Campos, H. (2019), indica que el híbrido de maíz amarillo duro ATLAS 777, en su trabajo de investigación alcanzó un rendimiento de 22,33 t/ha con tusa y 12,78 t/ha de grano seco sin tusa.

### 2.14. El Hidrogel Agrícola (Poliacrilato de potasio).

El poliacrilato de potasio también conocido como acrilato de potasio, lluvia sólida, hidrogel, es un Polímero supe absorbente (SAP - Super absorbent Polymer) y retentivo de agua que cuando es incorporado al suelo o substrato, absorbe y retiene agua y nutrientes en grandes cantidades. El poliacrilato de potasio, tiene la propiedad de liberar fácilmente el agua y nutrientes absorbidos, permitiendo que estos estén disponibles para las plantas en función de sus ciclos

de absorción-liberación. El acrilato de potasio es un polímero súper absorbente y retentivo de agua que cuando es incorporado al suelo o substrato, absorbe y retiene agua y nutrientes en grandes cantidades. A diferencia de otros productos que se hidratan, tiene la propiedad de liberar fácilmente el agua y nutrientes absorbidos, permitiendo que estos estén disponibles para las plantas en función de sus ciclos de absorción-liberación (Ulrich *et al.*, 2018).

#### **2.14.1. Poliacrilato de potasio en la agricultura.**

Por su parte Palacios *et al.* (2016), mencionan entre las tecnologías para mitigar los efectos del estrés hídrico se destaca el hidrogel, que son polímeros hidrófilos, blandos, elásticos y capaces de expandirse en presencia del agua, aumentando considerablemente su volumen, pero manteniendo su forma, mientras que en estado deshidratado (xerogel) son cristalinos. Esta capacidad surge porque en su estructura se encuentran grupos funcionales hidrófilos como también su resistencia a la disolución es dada por las fuerzas de cohesión producidas por el entrecruzamiento de sus moléculas, las primeras investigaciones demostraron su efectividad por ensayos realizados a finales de los años 70 donde reportaron que el usar polímeros absorbentes fueron considerados también mitigadores del estrés hídrico y catalizadores del crecimiento y germinación de semillas.

Por otro lado, Orbegozo (2017), manifiestan que los beneficios del uso de estos polímeros en la agricultura se asocian principalmente porque este incrementa la capacidad de almacenar agua en el suelo; mejora la relación, tamaño/número de poros; aumenta las reservas de nutrientes en el suelo y reduce la compactación. Además, las temperaturas se incrementan como consecuencia del cambio climático, esto genera pérdidas hídricas en el suelo

quedando limitadas para del requerimiento del cultivo, esto se considera un factor para detener la actividad agrícola en el mundo entero. Para hacer frente a esta problemática, investigadores del Centro del Agua para América Latina y el Caribe del Tecnológico de Monterrey, liderados por el doctor Roberto Parra, director de la Cátedra de Bioprocesos Ambientales, llevan a cabo un proyecto con polímeros que tienen la capacidad de absorber grandes volúmenes de agua y almacenarlos como pequeños depósitos cerca de las raíces de las plantas para que éstas puedan disponer del líquido a su necesidad.

#### **2.14.2. Características del poliacrilato de potasio.**

Las principales características del poliacrilato de potasio son las siguientes:

- Incrementa la capacidad de los suelos para retener agua por varios años. Se puede reducir la frecuencia de irrigación hasta en un 50%.
- Limita la pérdida de agua y nutrientes, al mantenerse como reserva de humedad en la raíz de las plantas sin infiltrarse en el suelo.
- Reduce la evaporación.
- Propicia el crecimiento de las plantas.
- El agua y los nutrientes están continuamente disponibles en la zona de la raíz para una óptima absorción por parte de la planta.
- Protege el medio ambiente contra la contaminación de suelos.
- El agua absorbida por el polímero es consumida lentamente y solo lo que la planta necesita, hasta agotarse.

- Es posible capturar el agua de lluvia y almacenarla en costales, debido a que el producto se convierte en un gel sólido.
- El polímero súper absorbente funciona en cualquier tipo de suelo. De hecho, varios estudios han demostrado que se puede cultivar directamente en el sin usar tierra o sustrato (Ulrich *et al.*, 2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.

##### 3.1.1. Ubicación.

El presente trabajo de investigación se realizó en el caserío “Vista Alegre”, ubicado a la margen derecha del río Ucayali, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo y región de Ucayali, geográficamente está ubicado a  $8^{\circ} 20' 34.76''$  latitud sur y  $74^{\circ} 32' 31.06''$  longitud oeste, a 150 m.s.n.m.



**Figura 3. Ubicación geográfica del área experimental.**

Fuente: Google Earth, 2023.

### **3.1.2. Duración del trabajo de investigación.**

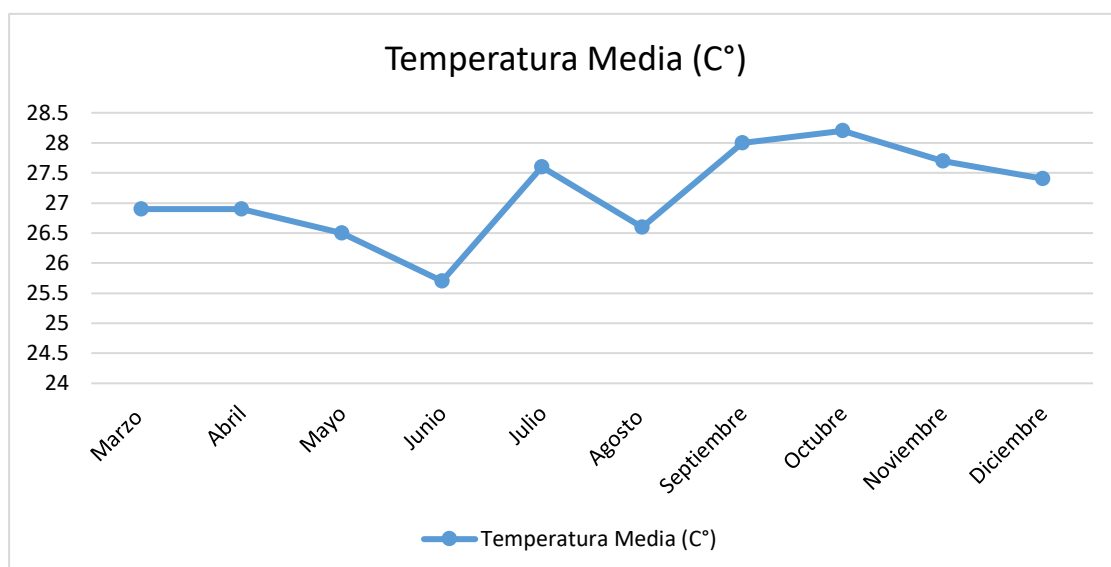
El presente experimento tuvo una duración aproximada de 5 meses, El inició fue el 1 de junio 2022 con las actividades previas a la siembra y obteniendo la cosecha el 26 de octubre del 2022.

## **3.2. CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO.**

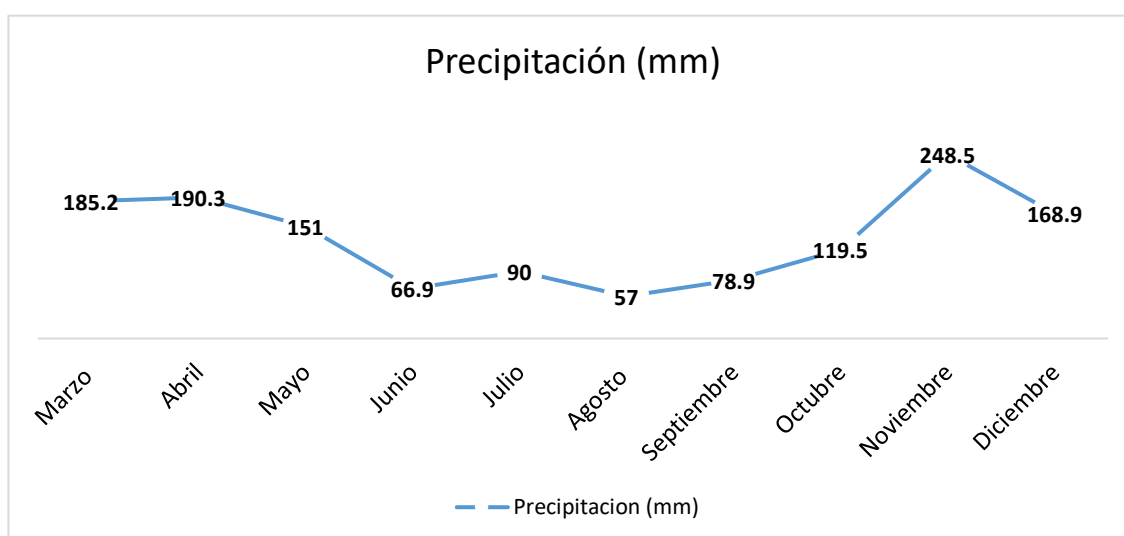
### **3.2.1. Clima.**

Según Guadalupe (2014), el clima en la región de Ucayali mayormente presenta las características de un bosque húmedo tropical, a raíz de ello existe poca variación entre las temperaturas del día y la noche, siendo estas mayores en las zonas de Selva Alta.

Durante los meses de duración del experimento la temperatura máxima fue de 32.18 °C, siendo el mes de septiembre con mayor temperatura equivalente a 33.6 °C y una temperatura mínima de 22.28°C siendo junio el mes con menos temperatura equivalente a 21.1 °C; la humedad relativa obtenida fue de 79.76 °C y una precipitación pluvial de 392.3 mm, siendo los meses de menor precipitación junio (66.9 mm) y agosto (57 mm), asimismo el mes más lluvioso fue octubre con 119.5 mm como se muestra en la figura 5.



**Figura 4.** Temperatura media (C°) registrados en la estación meteorológica principal de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú, 2022.



**Figura 5.** Precipitación pluvial (mm) registrados en la Estación Meteorológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú, 2022.

### 3.2.2. Suelo.

El maíz se sembró en un entisol de Pucallpa, las cuales las porciones de tierra de las selvas bajas, que se inundan con los grandes crecientes de los ríos, quedando estas libres de inundación en las épocas de estiaje (Almeida, 2008) que normalmente se da a partir del mes de abril de cada año. El campo experimental se ubicó en el caserío Vista Alegre, donde también se realizó el

muestreo inicial de suelo, siendo este analizado en el laboratorio de suelos de la UNAS – Tingo María posteriormente. De acuerdo al análisis los resultados del suelo presentan las siguientes características; textura de suelo franco, pH ligeramente alcalino, bajo porcentaje de M.O en el cuadro 02.

**Cuadro 2. Resultados del análisis físico – químico del suelo de Vista Alegre. Pucallpa, Perú 2022.**

Prof. cm	%Ar	%Li	%Ao	Textura	pH	%	P	K	CIC	Cambiabiles				%
										Cmol (+) kg				Bas.
										K	Ca	Mg	Na	Cam.
20	25	46	29	Franco	7.89	1.87	15.86	161.93	16.53	1.27	11.94	2.49	0.83	100

### 3.2.3. Componentes en estudio.

#### 3.2.3.1. Material genético.

La Semilla de Maíz híbrido atlas 777, empleada para el desarrollo de este trabajo de investigación fue proporcionado por la empresa INTEROC S.A, se utilizó un total de 26. 041 kg/ha.

#### 3.2.3.2. Equipos.

- **Materiales:**

Los materiales utilizados para la realización del proyecto fueron los siguientes: El Equipo de protección personal (Guantes de látex, Mameluco, botas, lentes, mascara), machetes, wincha, cinta métrica de 30 m, palas rectas, zapa picos, azadón, rafias, estacas de madera, jalones de madera, balde de 20 litros, balde de 5 litros, vernier, cuaderno de apuntes, papel Bond A-4, Lapiceros, tablero, plumón indeleble, bolsas plásticas (10x15), bolsas con chequera, costales, tazón, folders de manila, recipiente de lata, barreno.



- **Equipos:**

Los equipos empleados fueron: Una mochila pulverizadora, balanza digital en gramos y kilos, cámara digital, medidor de humedad (G610i), laptop, estufa, engrampador.

- **Insumos:**

Los insumos empleados fueron: El hidrogel agrícola (poliacrilato de potasio), insecticidas, fertilizante granulado (fertimaíz 25-18-12), herbicidas y agua.

### 3.2.3.3. Tratamientos

Los tratamientos del trabajo realizado fueron 5 tratamientos en kilos por hectárea de hidrogel agrícola, las cuales cada una se describe a continuación:

**Cuadro 3. Descripción de los tratamientos del trabajo de investigación.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción del tratamiento</b>
<b>T0</b>	Dosis de 0.00 t/ha de hidrogel agrícola.
<b>T1</b>	Dosis de 0.01 t/ha de hidrogel agrícola.
<b>T2</b>	Dosis de 0.02 t/ha de hidrogel agrícola.
<b>T3</b>	Dosis de 0.03 t/ha de hidrogel agrícola.
<b>T4</b>	Dosis de 0.04 t/ha de hidrogel agrícola.

### 3.2.4. Metodología de la investigación.

#### 3.2.4.1. Diseño experimental.

Para este trabajo de investigación se empleó el diseño de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones para cada una de ellas, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Asimismo, los promedios de las variables fueron comparados mediante la prueba de Duncan a una significancia de 0.05 de ser significativos.

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Resultado de la i-j-ésima observación.

U = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del tratamiento i  $\beta_j$  = Efecto del bloque j

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental.

#### 3.2.4.2. Dimensiones de campo.

Las dimensiones del campo total, por bloque y por unidad experimental son:

- Campo experimental total.

Largo: 22 metros

Ancho: 17 metros.

Área total: 374 m<sup>2</sup>

- Campo de la parcela bloque.

Cantidad: 4 unidades.

Largo: 20 metros

Ancho: 3 metros

Área total: 60 m<sup>2</sup>

Separación entre bloques: 1 metro.

- Campos de Unidades Experimentales.

Cantidad: 20 unidades.

Largo: 4 metros.

Ancho: 3 metros.

Área: 12 m<sup>2</sup>

Distanciamiento entre plantas: 0.80 x 0.40 metros.

Sistema de siembra: cuadrado.

No. de plantas a evaluar: 10 plantas.

No. de plantas efecto borde: 20 plantas.

### **3.3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.**

#### **3.3.1. Antecedentes del terreno.**

El terreno donde se desarrolló el experimento fue la restinga media de vista alegre, el cual corresponde a un entisol. En los meses de noviembre a abril estas áreas por lo general permanecen inundadas, los demás meses considerados estiaje del río son aprovechados para la siembra de maíz, menestras, sandía y entre otros cultivos regionales. Para poder determinar la vegetación predominante en el campo del experimento, se realizó un censo de la vegetación, para ello, se utilizó un marco de 1 m<sup>2</sup> que se lanzó al azar por cinco oportunidades dentro del área experimental, las malezas predominantes fueron: Arrocillo (*Rottboellia cochinchinensis* Lour), borreguillo (*Acalypha alopecuroides* Jacq.), marco sacha (*Ambrosia peruviana* Willd.), papahiya (*Mimordica charantia* L.), coquito (*Cyperus rotundus* L.), y clavito (*Ludwigia*

*erecta* L.). En las campañas anteriores en este mismo terreno se sembró maíz amarillo duro tradicionalmente.

### 3.3.2. Muestreo del suelo.

En esta actividad se usó una pala para tomar las muestras de suelo, estas fueron extraídas de 6 puntos distintos ubicados en forma de X del campo experimental a una profundidad de 30 cm; todas las submuestras extraídas se llenaron en un saco que posteriormente se mezcló creando una muestra uniforme, del resultado solo se extrajo 1 kg de muestra representativa. Luego de que fuese secada, fue empaquetada y enviada al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis físico-químico (figura 1A).

### 3.3.3. Preparación del terreno.

En esta actividad se inició controlando las malezas con un machete a lo largo del campo experimental, una vez que se despejó el área se esperó a que estas volvieran a rebrotar. Al cabo de 5 días más o menos las malezas volvieron a rebrotar, cuando se encontraron entre 3 a 5 hojas verdaderas se aplicó un herbicida sistémico (Glifosato) y un insecticida (Chlorpyrifos) en una mochila pulverizadora de 20 litros para posteriormente demarcar el terreno.

**Cuadro 4. Dosis de herbicida e insecticida empleada en la preparación de terreno.**

Ingrediente activo	Dosis
Glifosato	1.5 L/ha
Chlorpyrifos	0.4 L/ha

### **3.3.4. Demarcación del terreno.**

Estando ya limpio el área a sembrar, se pasó a medir y a alinear el terreno total, el total de los bloques y el total de las unidades experimentales, siendo 374 metros cuadrados (22 m de largo y 17 m de ancho), 60 m<sup>2</sup> (20 m largo y 3 m de ancho) y 12 m<sup>2</sup> (4 m largo y 3 m ancho), respectivamente.

La alineación se realizó con el método de Pitágoras (3, 4 y 5 m de los lados). Para ello se empleó jalones de madera que fueron extraídos de la zona, algunas estacas de caña y una cinta métrica, luego con estas mismas herramientas se diferenciaron los bloques (4 bloques) y las unidades experimentales (20 unidades); los distanciamientos entre filas fueron de 0,80 m y 0,40 m entre plantas.

### **3.3.5. Construcción de las zanjas para la aplicación del producto.**

Teniendo ya demarcado el terreno, se pasó a realizar las zanjas la cual posteriormente se depositaría el producto (hidrogel agrícola). Esta actividad la realizamos con algunas palas rectas y el zapapico; Se hicieron un total de 5 zanjas por cada unidad experimental, la medida de ancho, largo y profundidad fueron de 0.40, 3 y 0.20 m respectivamente; cada una de las separaciones por unidad experimental se realizaron con rafias y estacas pequeñas, la cual ayudó a facilitar el trabajo en campo (figura 2A).

### **3.3.6. Hidratación y aplicación del Hidrogel Agrícola.**

La aplicación del hidrogel agrícola se realizó en el mes de junio antes de la siembra del maíz híbrido Atlas 777. El producto se incorporó al campo ya hidratado a una profundidad de 0.20 m, para esa actividad se empleó agua de la zona con ayuda de baldes de 20 litros, como también se hizo uso de una jarra

graduada de un (01) litro para las mediciones exactas del agua por tratamiento, asimismo con ayuda de una balanza digital (gr) se pesó inicialmente las partículas del producto, que a su vez fueron separados en bolsas plásticas distintas según el bloque y tratamiento, luego se calculó la cantidad de agua requerida por tratamiento para la correcta hidratación del producto (cuadro 05), finalmente se aplicó al campo con ayuda de baldes de manera manual.

**Cuadro 5. Cantidad de agua requerida por tratamiento para la hidratación y activación del hidrogel agrícola.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Cantidad de agua (L)</b>
T0 – 0.00 t/ha	0 L
T1 – 0.01 t/ha	800 L
T2 – 0.02 t/ha	1600 L
T3 – 0.03 t/ha	2400 L
T4 – 0.04 t/ha	3200 L

### **3.3.7. Tratamiento de las semillas.**

Las semillas que se emplearon en este experimento, fue tratada con actellic 500 CE (*Pyrimifos mehtyl*), MaximXL (*fludioxonil*) y Metalaxyl – M cada una a dosis de 1.6 gr, 2.5 gr y 1.0 gr en 100 kg de semillas respectivamente; este tratamiento fue realizado por la empresa proveedora.

### **3.3.8. Siembra.**

La siembra se realizó el 8 de junio del 2022, al día siguiente de haber aplicado el hidrogel agrícola en los campos, este fue de manera tradicional con ayuda de una sembradora manual (tacarpo) ubicando 2 semillas por hoyos una profundidad de 3 a 5 cm. El distanciamiento de siembra empleada fue de 0.80 m

entre filas y 0.40 m entre plantas obteniendo una densidad de 62 500 plantas/hectárea.

### **3.3.9. Fertilización.**

La fertilización se realizó a los 5 DDS (días después de la siembra), cuando el maíz se encontraba en etapa V3, la dosis empleada fue calculado en base análisis de suelo (figura 1A) y el requerimiento nutricional del cultivo de maíz. Se realizó una sola vez empleando FertiMaiz 25-18-12-1-1 (N-P-K-S-Mg).

### **3.3.10. Control de plagas.**

#### **3.3.10.1. Control de malezas.**

El control realizado inicialmente fue químico, se empleó un herbicida sistémico que contiene glifosato como ingrediente activo, la dosis empleada fue de 1.5 litros/ha, esta aplicación fue días posteriores a la preparación del terreno, cuando las malezas de rebrote alcanzaron de 3 a 5 hojas. Para la aplicación se empleó una mochila pulverizadora de 20 litros de capacidad y agua de la zona.

Posterior a la primera aplicación, los controles fueron únicamente mecánicos, se usaron herramientas como machetes, azadón y palas, en cada intervención siempre se consideró la post emergencia de la maleza con aproximadamente 10 cm de altura. Estos controles se realizaron en total tres veces durante todo el ciclo fenológico del maíz. La primera fue en la etapa V5, el segundo en la etapa V12 y la última fue encontrándose en la etapa fenológica VT.

#### **3.3.10.2. Control de Insectos.**

Al cultivo de maíz para la prevención y control de insectos plaga en este cultivo, se aplicó un insecticida de contacto de ingrediente activo

Chlorpyrifos. La primera aplicación fue preventiva días antes de la siembra a dosis de 0.40 L/ha. Posteriormente a los 22 dds se realizó otra aplicación de insecticida debido a la presencia de la plaga *Spodoptera frugiperda* (Smith) a dosis de 0.12 L/ha con ayuda de una mochila pulverizadora de 20 L.

### 3.4. VARIABLES EVALUADAS.

#### 3.4.1. Rendimiento en grano seco (t/ha).

Para calcular esta variable primero se cosechó todas las mazorcas de la parcela neta de cada tratamiento, luego se pesó en una balanza electrónica para obtener el dato de peso húmedo en campo, luego se desprendió 2 hileras del total de las mazorcas, obteniendo una muestra de 100 gramos necesaria para determinar el porcentaje de humedad en campo, con ayuda de un detector de humedad electrónico, las mazorcas de maíz de cada tratamiento fue secada uniformemente durante 3 días, hasta conseguir un 14% de humedad. Posteriormente se desgranaron todas las mazorcas y pesó en la balanza. Estos datos obtenidos fueron tabulados con la siguiente fórmula (CIMMYT, 1994).

$$t/ha = \frac{PC \times 10000}{AC} \times \frac{1}{100} \times \%D \times \frac{100 - \%H}{100 - 14}$$

**Donde:**

PC: Peso de campo en kilogramos

AC: Área de cosecha

%D: Porcentaje de desgrane

%H: Porcentaje de humedad.



### **3.4.2. Componentes de rendimiento.**

#### **3.4.2.1. Diámetro de mazorca (cm).**

Esta variable se evaluó después de la cosecha, para realizarlo se eligió y midió 10 mazorcas de la parcela neta de cada una de las unidades experimentales, se midieron cada una de las mazorcas con un vernier digital.

#### **3.4.2.2. Longitud de la mazorca (cm).**

Esta variable también se evaluó después de la cosecha, para ello se eligió 10 mazorcas de la parcela neta de cada unidad experimental en estudio, para posteriormente ser medidas con una wincha en centímetros.

#### **3.4.2.3. Número de hileras por mazorca.**

Para realizar la evaluación de esta variable se tomaron las mazorcas de la parcela neta de cada una de las unidades experimentales, luego se contabilizaron el número de hileras totales de estas mismas.

#### **3.4.2.4. Número de mazorcas por planta.**

Para la evaluación de esta variable, se contabilizó el número total de mazorcas por cada planta de la parcela neta de cada unidad experimental.

#### **3.4.2.5. Número de mazorcas totales.**

Para la evaluación de esta variable, se contabilizó la cantidad total de mazorcas que tiene cada unidad experimental, esta actividad se realizó al mismo tiempo que el número de mazorca por planta.

#### **3.4.2.6. Peso de 100 semillas al 14.0% de humedad.**

Para la evaluación de esta variable, se tomarán 10 repeticiones de 100 semillas al azar por cada unidad experimental luego se pesó en una balanza digital y se tomó nota únicamente el peso promedio de las muestras tomadas para el procesamiento de datos.

### **3.5. DATOS REGISTRADOS.**

#### **3.5.1. Análisis de suelo.**

Para registrar este dato, se empleó la técnica de muestreo en zigzag por todas las unidades experimentales antes de realizar las actividades agrícolas, para ello se extrajeron 10 sub muestras que más tarde se homogenizó obteniendo una sola muestra representativa de 1 kilo el cual fue pesado, secado y empaquetado para ser enviado al laboratorio de la UNAS para su análisis físico químico (figura 1A).

#### **3.5.2. Datos climatológicos.**

Para esta investigación solo se consideraron los datos de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa durante los meses del periodo del experimento (figura 4A) los mismos que fueron proporcionados por la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali.

#### **3.5.3. Datos de humedad de suelo.**

Este dato se registró cada 15 días, durante todo el periodo del experimento se registró un total de 8 veces. El procedimiento consistió en tomar la muestra con ayuda de un barreno, aproximadamente 500 gr. por cada una de las unidades experimentales, luego se llevaron las muestras al laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali, estando ya allí se pesó y se secó cada una en

la estufa a 105°C por el lapso de tiempo de 24 horas, luego se determinó el % de humedad con el método gravimétrico, considerando la diferencia entre el peso de la muestra humedad y la muestra seca (figura 5A)

#### **3.5.4. Acame de planta.**

Para la evaluación de este dato se tuvo en consideración aquellas plantas que tenían el tallo roto por debajo del nudo de la inserción de la mazorca, estos fueron principalmente resultados de los fuertes vientos presentes en mes de agosto del 2022. Este se calculó con la siguiente formula (cuadro 1A).

$$AP = \frac{PA}{PC} \times 100$$

AP = Acame de planta.

PA = Plantas acamada

PC = Plantas a la cosecha.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Del rendimiento del Cultivo.

Los resultados que se obtuvieron para los componentes de rendimiento, como son diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de mazorcas por planta, número de mazorcas totales, número de hileras por mazorca, peso de 100 semillas al 14% de humedad y rendimiento de grano en t/ha, no presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza realizado, indicando que las variables estudiadas no fueron influenciadas por la aplicación de las diferentes dosis de hidrogel agrícola. Además, se obtuvieron coeficientes de variabilidad bajos, siendo estos valores aceptables para experimentos en campos abiertos (cuadro 6).

**Cuadro 6. Análisis de varianza de diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, número de mazorcas por planta, número de mazorcas totales, número de hileras por mazorca, peso de 100 semillas al 14% de humedad y rendimiento de grano en t/ha de maíz híbrido Atlas 777 en un entisol de Pucallpa. Pucallpa, Perú, 2022.**

Fuentes de variabilidad	G.L.	Diámetro mazorca (cm)	Longitud mazorca (cm)	No mazorcas/planta	No mazorcas totales	No hileras mazorca	Peso de 100 semillas 14% humedad (g)	Rendimiento t/ha.
Bloques	3	0.52 ns	0.33 ns	0.00 ns	0.03 ns	0.00 ns	0.20 ns	0.09 ns
Tratamiento	4	0.16 ns	0.15 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.82 ns	0.04 ns
Error	12	0.46 ns	0.40 ns	0.001 ns	0.01 ns	0.003 ns	0.49 ns	0.32 ns
Total	19							
Coeficientes de variabilidad		1.4%	3.3%	3.5%	3.5%	1.5%	2.1%	7.1%

**Cuadro 7. Promedio de porcentajes de humedad registradas en el campo durante el desarrollo del experimento. Pucallpa, Perú, 2022.**

Tratamientos	% de humedad de suelo
T0 – Sin hidrogel	21.00
T1 – 0.01 t/ha	23.84
T2 – 0.02 t/ha	20.63
T3 – 0.03 t/ha	23.56
T4 – 0.04 t/ha	23.15

**Cuadro 8. Requerimiento del maíz amarillo duro y datos obtenidos del experimento de precipitación y temperatura por etapa fenológica.**

Fenología del cultivo	Fechas en campo	Precipitaciones por ciclo fenológico (mm)	
		Requerimie nto	Experime nto.
Emergencia	08/06 – 15/06		7.1
Aparición de hojas	16/06 – 09/08		93.1
Panoja	10/08 – 19/08	650	10.6
Espiga	20/08 – 29/08	(Senamhi,	0
Maduración Lechosa	30/08 – 25/09	2017)	53.1
Maduración pastosa	26/09 – 10/10		50.2
Maduración Cornea	11/10 – 26/10		27.1
<b>Precipitación por ciclo fenológico</b>		650 mm	241.2 mm

Fuente: Senamhi (2017) y Estación meteorológica UNU (2022).

Los resultados de rendimiento concuerdan con lo obtenido con Orbegoso (2017) que en su investigación demuestra que la aplicación de diferentes dosis no influye en el rendimiento de maíz, sino en la frecuencia de riego. Según sus resultados la frecuencia de riego cada 35 días con 0.06 t/ha de hidrogel logró el mejor rendimiento de maíz con 14.83 t/ha, superando al testigo en 2.835 t/ha.

De acuerdo al cuadro 7, la humedad del suelo en los diferentes tratamientos solamente fluctuó entre 20.63% a 23.84%, dando a una diferencia de solo 3.21%, indicando que la aplicación de las diferentes dosis de hidrogel agrícola en un cultivo de secano bajo condiciones de restinga en el caserío vista alegre, tuvieron una deficiente influencia en la acumulación y retención de humedad en el suelo para suplir los requerimientos hídricos en los componentes de rendimiento del maíz híbrido Atlas 777. Las razones de este resultado pueden explicarse de la siguiente manera:

Durante la investigación, de acuerdo a la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali (2022) la precipitación media por día en los meses de investigación de junio a octubre fueron 2.2, 2.3, 1.8, 2.6 y 3.9 mm, valores que fueron insuficientes para la rehidratación del hidrogel agrícola. De acuerdo con Sosa *et al.* (2021), menciona que, para mostrar la eficiencia del hidrogel, este debe rehidratarse con precipitaciones no menores de 10 y 20 mm por día. Además, indica que el hidrogel es un producto vulnerable a la deshidratación, pudiendo llegar a ocasionar resultados contraproducentes al cultivo en una agricultura en secano, debido a la formación de espacios porosos de aire que ocasionan las partículas de hidrogel deshidratadas. Asimismo, Orbegoso (2017), en su investigación tras el monitoreo de humedad de suelo a una profundidad de 15 cm, observó que a 40 días después de aplicar riego más hidrogel, la humedad del suelo era similar entre todos los tratamientos (sin y con hidrogel agrícola) explicándose este comportamiento como una pérdida paulatina de la humedad que conservaba el hidrogel, que alcanzó valores similares al testigo. De la misma forma en el experimento en la figura 10A, se observa que la humedad del suelo es mayor en los tratamientos T1, T2, T3 Y T4

en contraste al testigo (T0) días después de la aplicación del hidrogel hidratado en el campo. Sin embargo, a los 45 días el porcentaje de humedad del suelo con los tratamientos con hidrogel llegaron a ser similares al tratamiento testigo, indicando la pérdida de la eficiencia en la retención de humedad del hidrogel agrícola.

Debido a la falta de rehidratación del hidrogel por razones antes descritas, no se logró incrementar el potencial de rendimiento del maíz atlas 777 en cuanto a los componentes de rendimiento. También cabe mencionar que, para lograr incrementar los componentes de rendimiento se necesita 650 mm de precipitación durante todo su ciclo fenológico (Senamhi, 2017). Sin embargo, de acuerdo al cuadro 8, durante los meses del ciclo fenológico de cultivo en la investigación, se obtuvo una precipitación total de 241.2 mm, la cual fue insuficiente para suplir los requerimientos hídricos del maíz limitando su productividad. Específicamente los componentes de rendimiento como diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de mazorcas por planta, número de mazorcas totales, número de hileras por mazorca, peso de 100 semillas al 14% y rendimiento en grano, fueron influenciadas por la deficiencia de agua desde la etapa de floración en adelante. Según Millones, J. (2008) indica que, si existe un déficit de agua y este ocurre durante el periodo de floración, los números de mazorca por planta y otros indicadores de rendimiento llegan a ser afectados. Por su parte Cirilo (1995) añade que, la cantidad de granos obtenidos por mazorca es el resultado del buen manejo de cultivo en etapa de floración.

## V. CONCLUSIONES.

Luego del análisis de los resultados y la discusión correspondiente al efecto de diferentes dosis de hidrogel agrícola (poliacrilato de potasio) en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en un entisol, se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la aplicación de 0.01 t/ha de hidrogel agrícola, estadísticamente no tuvo efecto en el rendimiento y sus componentes del maíz amarillo duro híbrido Atlas 777. Sin embargo, este tratamiento superó al testigo en 0.19 t/ha y menor a 3.97 t/ha al potencial genético del maíz híbrido Atlas 777.
- Se determinó que las aplicaciones de 0.02, 0.03 y 0.04 t/ha de hidrogel agrícola, no tuvieron efectos en el rendimiento y sus componentes del maíz amarillo duro Atlas 777, debido a la falta de agua para rehidratar el hidrogel, para que pueda expresar su eficiencia durante el ciclo fenológico del cultivo.



## **VI. RECOMENDACIONES.**

Con la experiencia obtenida se recomienda:

- Investigar el efecto del hidrogel en los parámetros productivos del cultivo de maíz atlas 777, con sistema de riego para evitar la deshidratación de las partículas de poliacrilato de potasio.
- Realizar una investigación para evaluar el efecto de las diferentes profundidades de aplicación del hidrogel en los parámetros productivos del maíz, con el fin de determinar la profundidad de aplicación adecuada para un mayor rendimiento del cultivo.
- Realizar investigaciones en suelos de altura con sistema de riego para incrementar el rendimiento en maíz amarillo duro.
- Tomar en cuenta el tiempo de siembra del maíz amarillo duro en condiciones de restinga para posteriores investigaciones.
- Para posteriores investigaciones tener en consideración la textura del suelo en donde se ejecuta la investigación.

## VII. LITERATURA CITADA.

- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación: El maíz en cuba (en línea). Revista Inca (cultivos tropicales). 30(2):113-120. Consultado 09 set. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Almeida, G. 2008. Cultivo de maíz amarillo duro en restingas. Universidad nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 127 p.
- Campos H. 2019. Rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el Distrito de Coviriali – Satipo. Tesis Ing. Agrónomo. Jauja, Perú. Universidad Nacional del centro del Perú. 85 p. Consultado 20 agost. 2021.
- Chavarry, B. 2014. Caracterización morfológica de una muestra de accesiones de maíces peruanos del banco de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) de la UNALM. Tesis magister scientieae en mejoramiento genético de plantas. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 116 p. consultado 23 agost. 2021.
- CIMMYT, 1994. CIMMYT 1993/94 World Maize Facts and Trends. Maize seed industries, revisited: Emerging Roles of the public and Prívate Sectors. México, D. F.
- Cirilo, 1995. La aparición de los estigmas fuera de la envoltura de las chalas (floración femenina). INTA – UIB. ISBN 987. 154 pág.
- De la Cruz J. 2016. Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la localidad de la molina (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la molina.

89 p. Consultado 09 de set. 2021. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1961/F01C794-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Espíritu, M. 2018. Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) comparada con la variedad marginal 28 – T en la provincia de Tocache, departamento San Martín (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. 90 p. Consultado 09 set. 2021. Disponible en <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3322/AGRONOMIA%20%20Maria%20Tarcila%20Espiritu%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fundación Chile. 2011. Manual de recomendaciones cultivo de maíz grano (en línea). Santiago, Chile. Faiguenbaum. 48 p. Consultado 25 set. 2021. Disponible en <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/defaultdocument-library/cultivo-maiz-de-grano.pdf?sfvrsn=0>

Falcón, S. 2020. Determinación de la demanda hídrica y parámetros biométricos para la aplicación del riego del maíz amarillo DK7088 (*Zea mays* L.) en la molina. Tesis Ing. Meteoróloga. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 100 p.

Guadalupe, N. 2014. Análisis de las variables meteorológicas temperatura y precipitación y su influencia en los aspectos socio ambientales en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali (en línea). Tesis Ing. Ambiental. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 62 p. Consultado 27 agost. 2021. Disponible en

<http://181.176.160.68/bitstream/handle/UNU/2243/000002086T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IICA (Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura), 2013. La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas (en línea). Lima, Perú, morán. 58 p. Consultado 17 agost. 2021. Disponible en

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2654/BVE17038732e.pdf;jsessionid=34720C5156ED27F994E56FD57CF2C012?sequence=1>

IICA. s.f. Guía técnica del cultivo de maíz (en línea). 42 p. Disponible en

<http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

INTEROC, s.f. Ficha técnica del maíz híbrido Atlas 777. Lima, Perú. 1p.

Injante, P; Joyo, G. 2010. Manejo integrado de maíz amarillo duro, jornada de capacitación UNALM – agro banco (en línea). La libertad, Perú, s. e. 42 p. Consultado 12 set. 2021. Disponible en

<https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/MAD/MANEJO INTEGRADO DE MAIZ AMARILLO DURO.pdf>

INTEROC. 2016. Atlas 777 (en línea). Lima, Perú, s. e. 1 p. Consultado 15 oct. 2021. Disponible en

<http://interoccluster.com/wpcontent/uploads/2018/02/Ficha-Tecnica-de-Atlas-777.pdf>

Laffite. s.f. Fisiología del maíz tropical (en línea). Consultado 10 Jul. 2023.

Disponible en <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s04.htm#TopOfPage>

- Morales, N. 2018. Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de pueblo nuevo (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 127 p. Consultado 20 agost. 2021. Disponible en [https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/TS\\_NRMS\\_2019.pdf](https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/TS_NRMS_2019.pdf)
- Millones, J. 2008. Evaluación de dos densidades de siembra y tres dosis de atrazina en el cultivo de maíz híbrido Inti8480 (*Zea mays* L.) en un entisol de Pucallpa. Tesis Ing. Agrónomo. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 101 p.
- MIDAGRI (Ministerio de desarrollo agrario y riego), 2021. Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de Maíz Amarillo duro (en línea). Boletín MIDAGRI. Lima, Perú. 2021-1: 1 -25. Consultado 23 agost. 2021 [https://www.pepp.gob.pe/descargas/prod\\_maiz\\_amarillo.pdf](https://www.pepp.gob.pe/descargas/prod_maiz_amarillo.pdf)
- Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. Segunda edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima. 362p.
- Montoya, N; Pizano, K. 2016. Polímeros como mejoradores de suelos erosionados (en línea). Tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia. 97 p. Consultado el 10 de jun. 2023. Disponible en <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/313/Trabajo%20de%20Grado%20Definitivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20literatura%20y%20la,la%20celulosa%20y%20el%20almid%C3%B3n.>
- Orbegozo, L. 2017. Efecto del polímero (lluvia solida) y frecuencias de riego en el rendimiento de maíz amarillo (mega híbrido), bajo condiciones de cambio

- climático, fundo "la pampa", c.u. Morrope, Lambayeque (en línea). Tesis Doc. Ciencias Ambientales. Lambayeque, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 115 p. Consultado 25 agost. 2021. Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1389/BC-TESTMP-224.pdf?sequence=1>
- Olazo, E. 2014. Efecto de tres niveles de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro (*Zea mays* L.) Bajo un sistema de riego por goteo en suelo ácido de Pucallpa. Tesis Ing. Agrónomo. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 86 p.
- Palacios, A; Rodríguez, R; Prieto, F; Meza, J; Razo, R; Hernández, M. 2016. Hidrogel como mitigador de estrés hídrico (en línea). Revista iberoamericana de ciencias 3(5):80-90. Consultado 10 set. 2021. Disponible en <http://www.reibci.org/publicados/2016/oct/1700103.pdf>
- Pedroza Sandoval, A; Yáñez Chávez, L; Sánchez Cohen, I; Samaniego Gaxiola, J. 2015. Efecto del hidrogel y vermicomposta en la producción de maíz (en línea). Revista Fitotec. Mex. 38(4): 376-381. Consultado 23 agost. 2021. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n4/v38n4a5.pdf>
- Parsons, M.D. 1988. Manuales para la producción agropecuaria de maíz. Edit. Trillas, México. 56 p.
- Sosa, G., Hermosillo, D., Jurado, P., Alarcón, J. 2021. Efectividad de un polímero retenedor de humedad para elevar la efectividad para la supervivencia en plantaciones de mezquite (*Prosopis Glandulosa* Torr.) en zonas áridas. European Scientific Journal. 17(7): 55 – 73.

- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). s. f. Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (bpa) para el cultivo de maíz amarillo duro (en línea), s. l., s. e. 119 p. Consultado 27 agost. 2021. Disponible en <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPAMAIZ-AMARILLO-DURO.pdf>
- Senamhi, 2017. ficha técnica agroclimática del maíz amarillo duro (en línea). 3 p. Consultado el 10 de Jul. 2023. Disponible en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2253260/MAIZ%20DURO.pdf>
- Tió, G. 2020. Insectos plaga en 15 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de la selva peruana, Pucallpa (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 115 p. consultado 10 set. 2021. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4409/tiosmith-grecia-yajaira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tornado Distribuidora Comercializadora. 2012. Uso del hidrogel, cristales inteligentes (en línea). Consultado 10 junio 2023. Disponible en [http://hidrogelmex.com/usos\\_de\\_hidrogel.html](http://hidrogelmex.com/usos_de_hidrogel.html)
- Ulrich, A; Lozano, H. 2018. Acrilato de potasio para las zonas de sequía en la Ciudad de México (en línea). Ciencias biológicas. Coyoacán, México. Colegio anglo mexicano de Coyoacán. 13 p. Consultado 06 ener. 2022. Disponible en

<http://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion1/MemoriaCongreso2018/trabajos/medio-ambiente-quimica/doc10.pdf>

Yzarra, W; Trebejo, I; Noriega, V. 2010. Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú (en línea). Lima, Perú, s. e. 90 p. Consultado 26 agost. 2021. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-10.pdf>



## **VIII. ANEXO.**

**Cuadro 1A. Observaciones meteorológicas en la estación meteorológica principal de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú 2022.**

<b>Meses De 2022</b>	<b>T. Máxima °C</b>	<b>T. Min °C</b>	<b>T. Media °C</b>	<b>Humedad Relativa</b>	<b>Precipitación</b>
Enero	31.2	22.5	26.9	96	111.9
Febrero	30.6	22.6	26.6	88	326.5
Marzo	30.4	23.5	26.9	87	185.2
Abril	30.7	23.2	26.9	85.3	190.3
Mayo	30.7	22.4	26.5	85	151
Junio	30.2	21.1	25.7	85.8	66.9
Julio	32.5	22.8	27.6	82	70
Agosto	31.9	21.3	26.6	81	57
Setiembre	33.6	22.4	28	71	78.9
Octubre	32.7	23.8	28.2	79	119.5
Noviembre	32.5	22.9	27.7	77	248.5
Diciembre	31.6	23.2	27.4	78	168.9



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		EYMI JACKELIN ORIHUELA IZQUIERDO																									
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	MICROCUENCA	PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (kg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)											
														LATITUD	LONGITUD												
1	S0806	UCAYALI	CORONEL PORTILLO	CALLERIA	CASERIO VISTA ALEGRE	-	-	-	MAIZ AMARILLO	-	20	-	-	-	-	-											
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)kg						Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al							
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm				Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe
			%	%	%																						
1	S0806	M2	29	25	46	Franco	7.89	1.87	0.09	15.86	161.93	16.53	11.94	2.49	1.27	0.83	0.00	0.00	-	100	0	0					

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
RECIBO N° 001-0651668  
TINGO MARIA, 14 DE JUNIO 2022

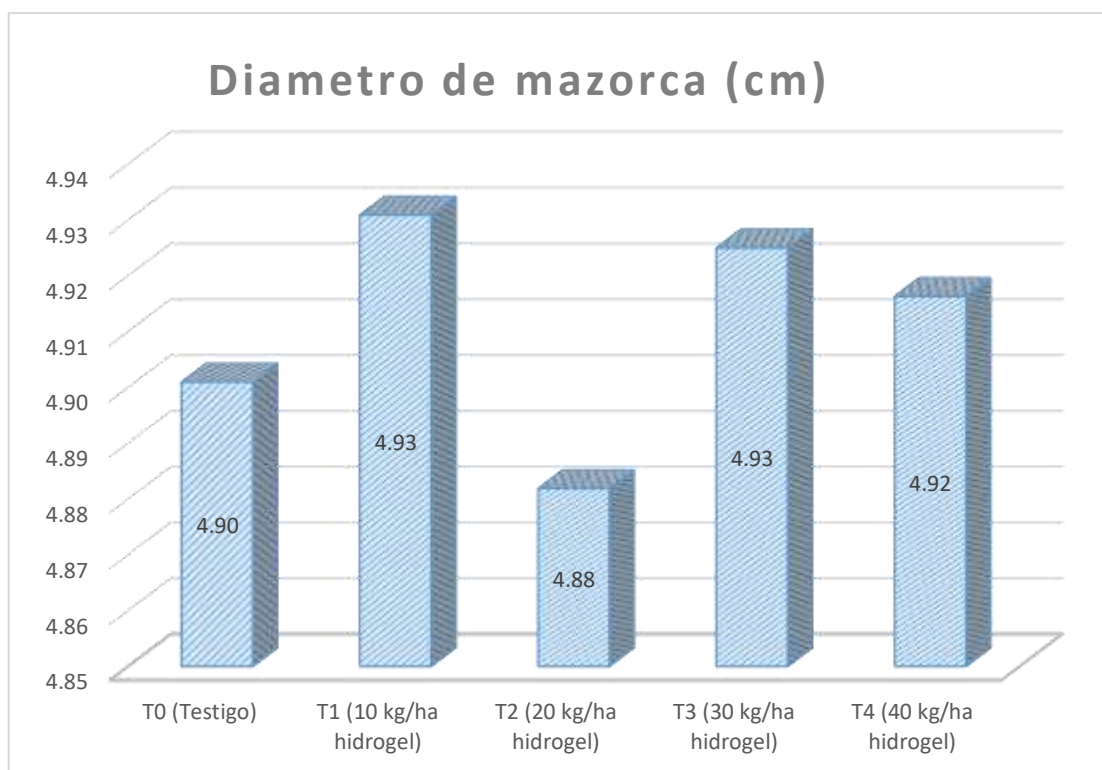


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



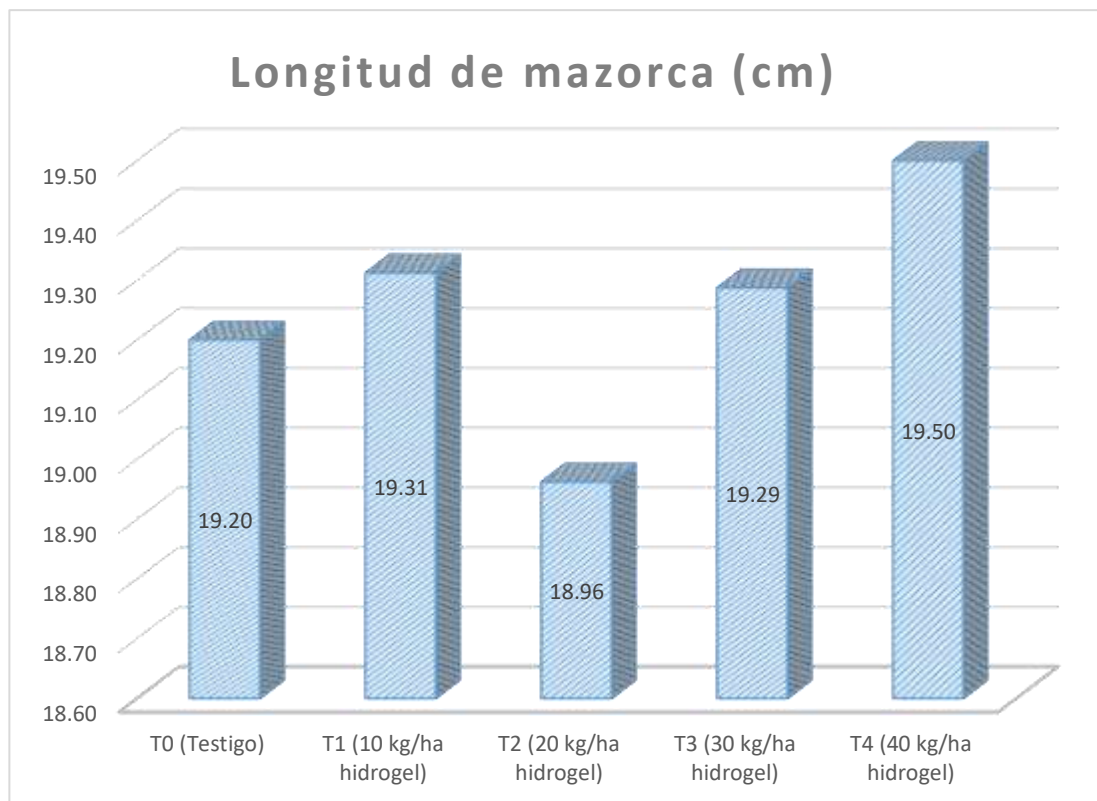
Figura 1A. Datos del análisis físico – químico del suelo realizado en el caserío Vista alegre. Pucallpa, Perú, 2022.



**Figura 2A. Diámetro de mazorca del maíz híbrido Atlas 777 en centímetros. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 2A. Análisis de varianza para diámetro de mazorca en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

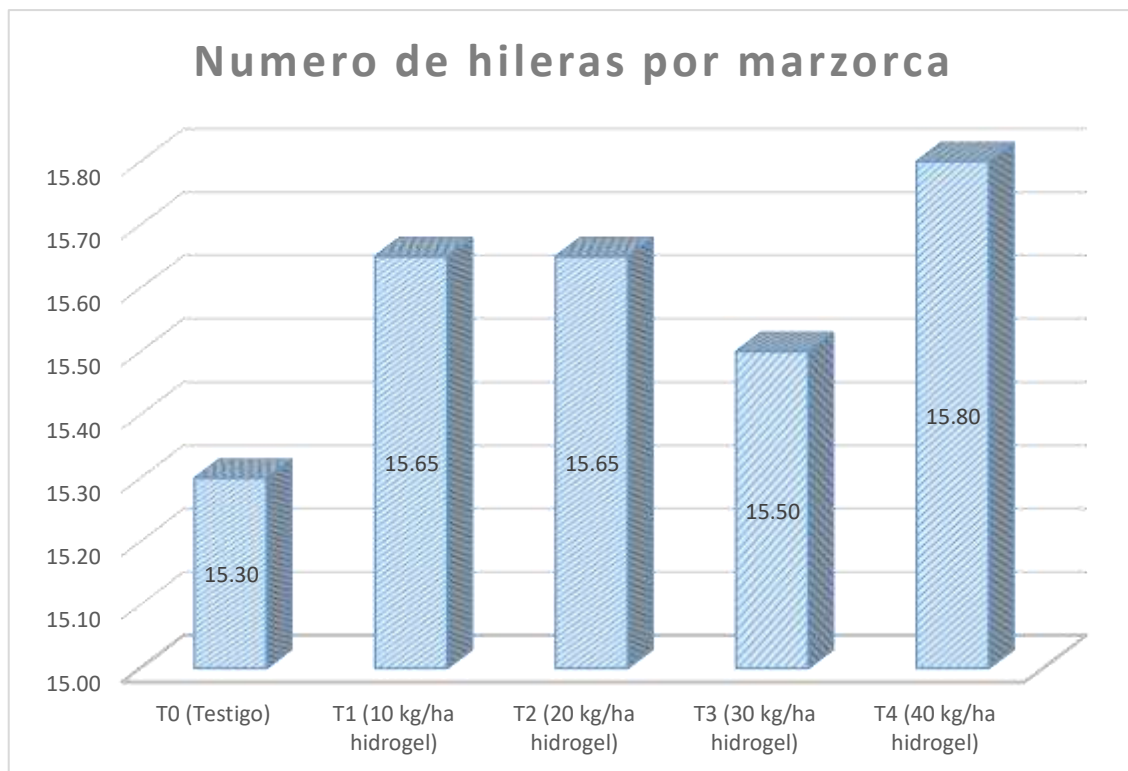
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	1.55	0.52	1.11	NS
TRATAMIENTOS	4.0	0.63	0.16	0.34	NS
ERROR	12.0	5.55	0.46		
TOTAL	19.0	7.73			
CV (%) =	1.4		R <sup>2</sup> (%)=	28.14	



**Figura 3A. Longitud de mazorca del maíz híbrido Atlas 777 en centímetros. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 3A. Análisis de varianza para longitud de mazorca en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

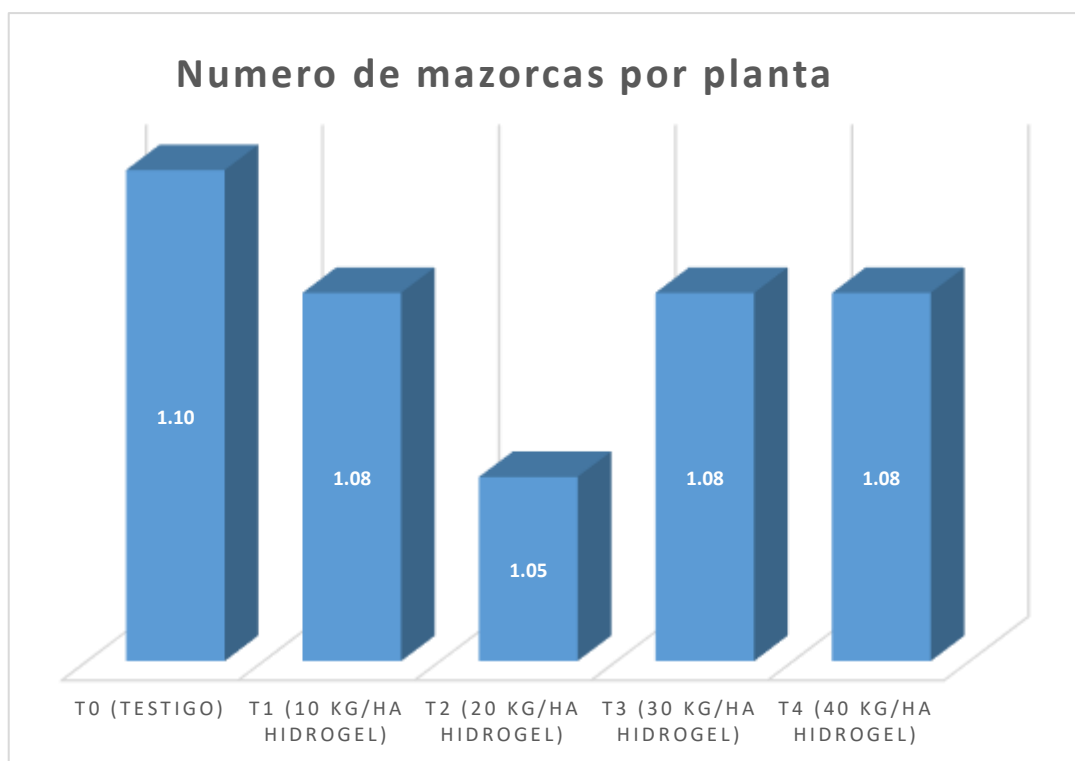
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	1.00	0.33	0.82	NS
TRATAMIENTOS	4.0	0.61	0.15	0.38	NS
ERROR	12.0	4.83	0.40		
TOTAL	19.0	6.44			
CV (%) =	3.3		R <sup>2</sup> (%)=	24.97	



**Figura 4A. Numero de hileras por mazorca del maíz hibrido Atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 4A. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca en el cultivo de maíz hibrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

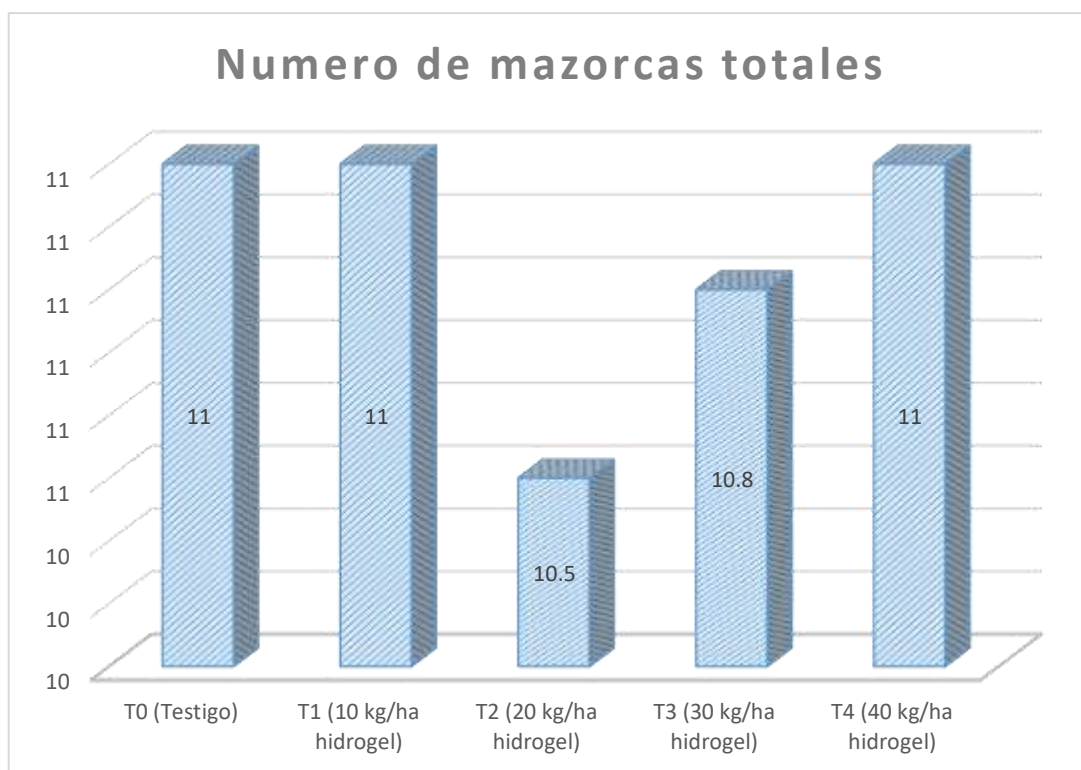
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	0.01	0.00	0.73	NS
TRATAMIENTOS	4.0	0.01	0.00	0.56	NS
ERROR	12.0	0.04	0.003		
TOTAL	19.0	0.05			
CV (%) =	1.5		R <sup>2</sup> (%)=	27.08	



**Figura 5A. Numero de mazorcas por planta del maíz híbrido Atlas 777 en unidades. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 5A. Análisis de varianza para número de mazorcas por planta en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	0.01	0.00	2.68	NS
TRATAMIENTOS	4.0	0.00	0.00	0.21	NS
ERROR	12.0	0.02	0.001		
TOTAL	19.0	0.03			
CV (%) =	3.5		R <sup>2</sup> (%)=	42.55	

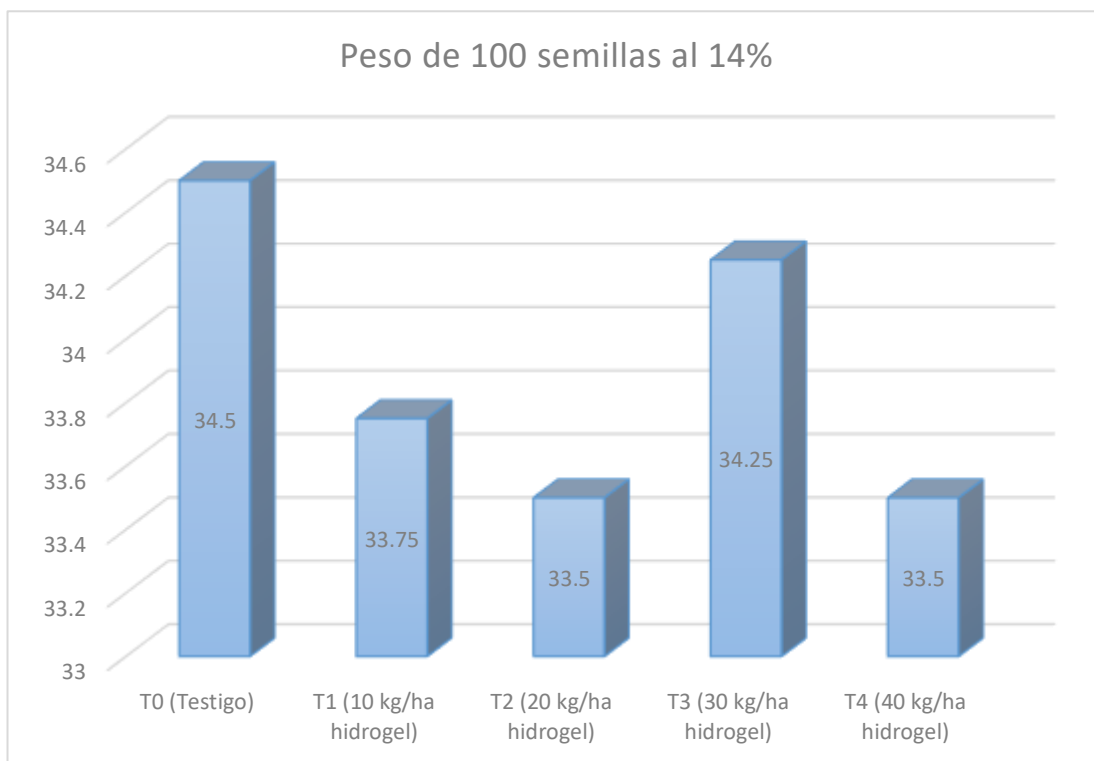


**Figura 6A. Numero de mazorcas totales del maíz híbrido Atlas 777 en unidades. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 6A. Análisis de varianza para número de mazorcas totales en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	0.10	0.03	2.68	NS
TRATAMIENTOS	4.0	0.01	0.00	0.21	NS
ERROR	12.0	0.15	0.01		
TOTAL	19.0	0.27			
CV (%) =	3.5		R <sup>2</sup> (%)=	42.55	

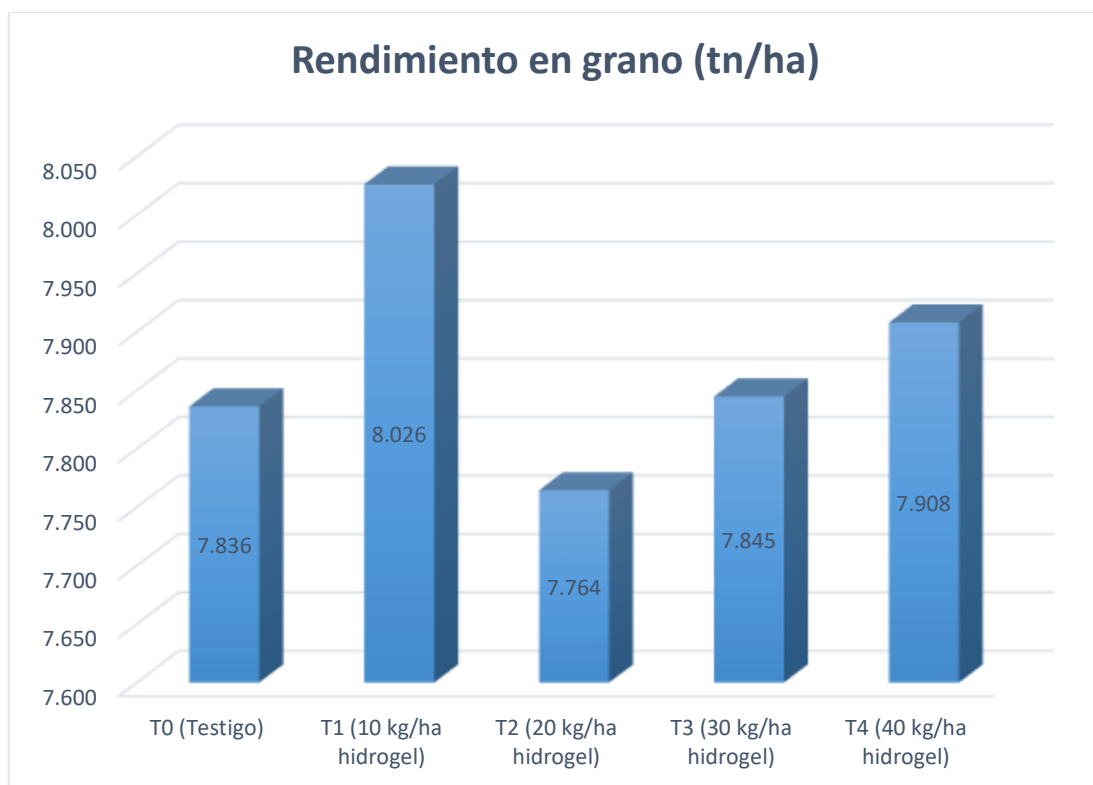




**Figura 7A. Peso de 100 semillas al 14% de humedad del maíz híbrido Atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 7A. Análisis de varianza para peso de 100 semillas al 14.0% de humedad en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	0.60	0.20	0.41	NS
TRATAMIENTOS	4.0	3.30	0.82	1.68	NS
ERROR	12.0	5.90	0.49		
TOTAL	19.0	9.80			
CV (%) =	2.1		R <sup>2</sup> (%)=	39.80	



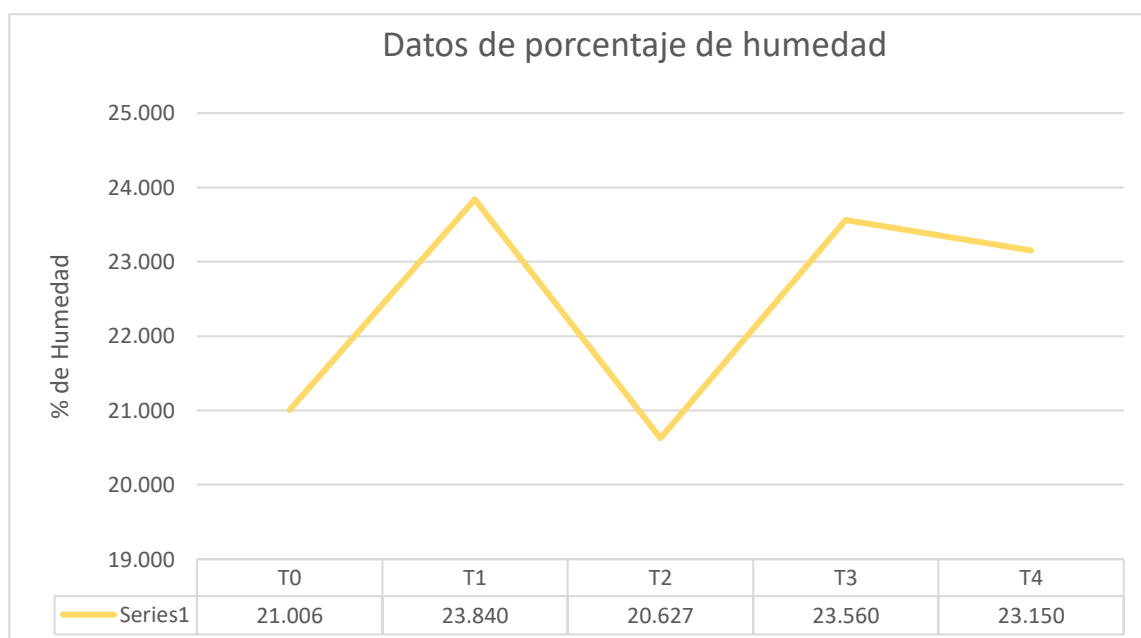
**Figura 8A. rendimiento del maíz híbrido Atlas 777 en toneladas por hectárea. Pucallpa, Perú, 2022.**

**Cuadro 8A. Análisis de varianza para rendimiento en grano en el cultivo de maíz híbrido atlas 777. Pucallpa, Perú, 2022.**

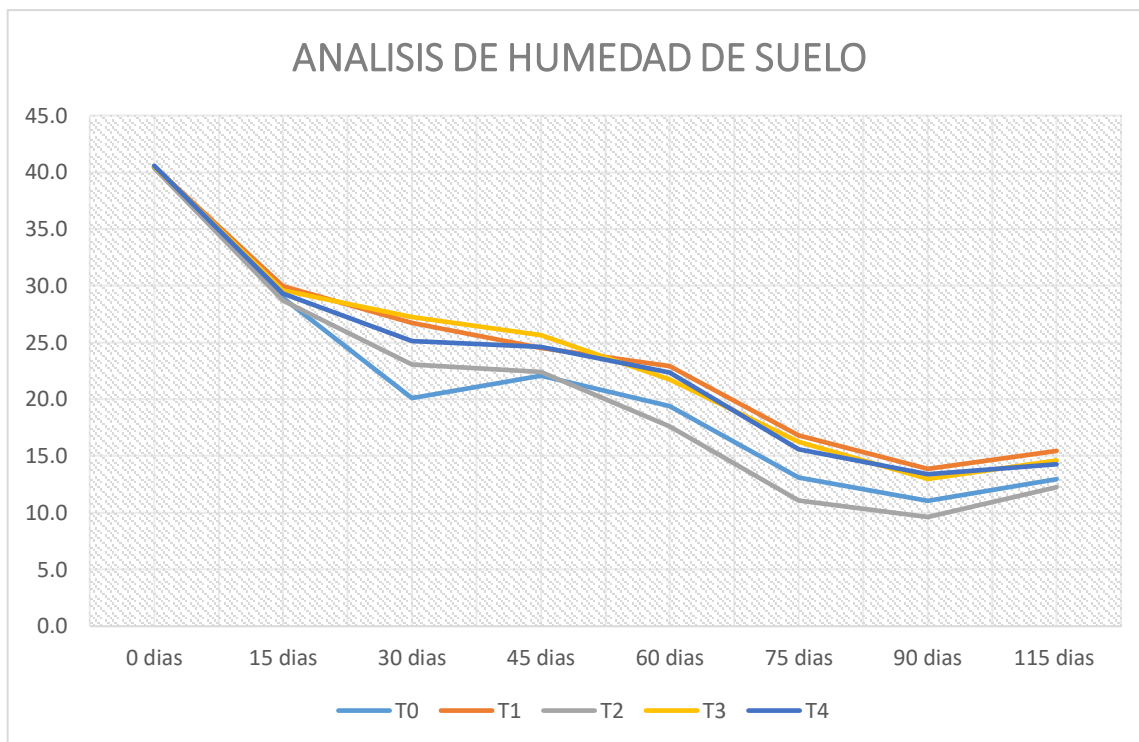
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	3.0	0.27	0.09	0.29	NS
TRATAMIENTOS	4.0	0.15	0.04	0.12	NS
ERROR	12.0	3.80	0.32		
TOTAL	19.0	4.22			
CV (%) =	7.1		R <sup>2</sup> (%)=	10.1	

**Cuadro 9A. Observaciones registradas en el cultivo de maíz híbrido atlas 777; bajo el sistema de siembra tradicional y aplicación de dosis de hidrogel agrícola en el caserío Vista Alegre. Pucallpa, Perú, 2022.**

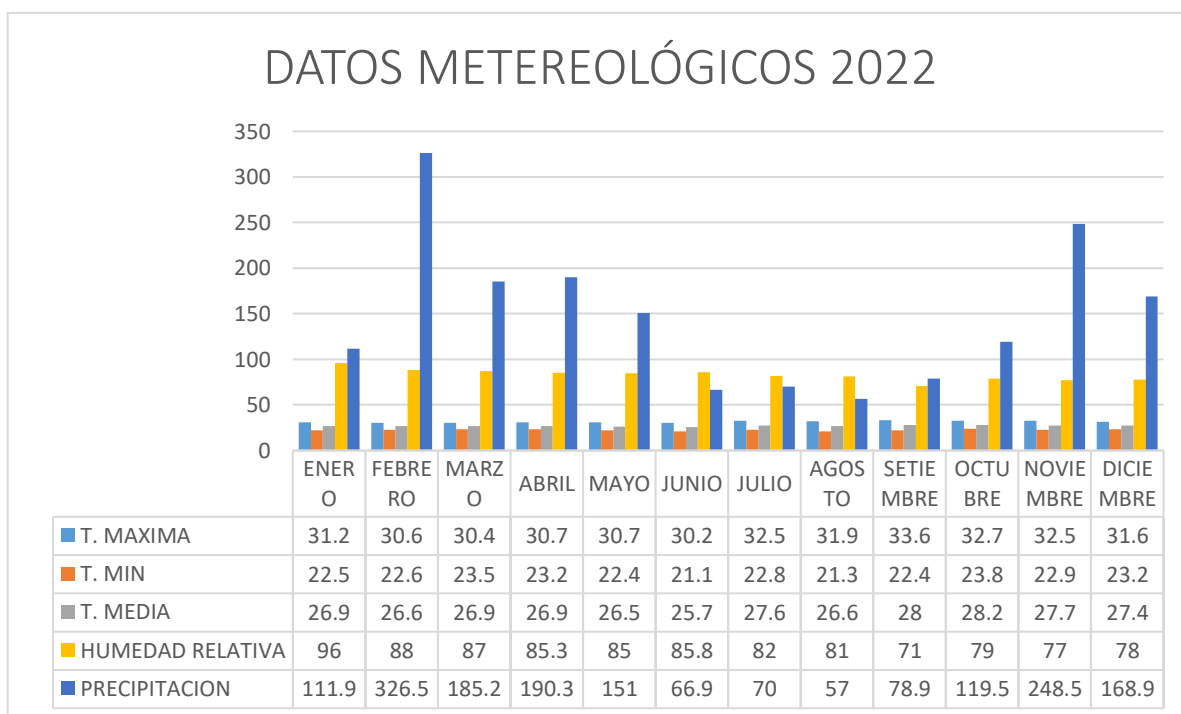
Dosis de hidrogel	(%) humedad suelo	(%) Acame de planta
T0 – Sin hidrogel	21.00	6.76
T1 – 0.01 t/ha	23.84	11.93
T2 – 0.02 t/ha	20.63	8.69
T3 – 0.03 t/ha	23.56	12.35
T4 – 0.04 t/ha	23.15	10.29



**Figura 9A. Promedio del porcentaje de humedad obtenido por tratamientos el área de investigación. Pucallpa, Perú, 2022**



**Figura 10A. Datos del porcentaje de humedad de suelo registradas cada 15 días durante la ejecución del proyecto en todos los tratamientos.**



**Figura 11A. Gráfico de los datos meteorológicos registrados en la estación principal de la Universidad Nacional de Ucayali.**

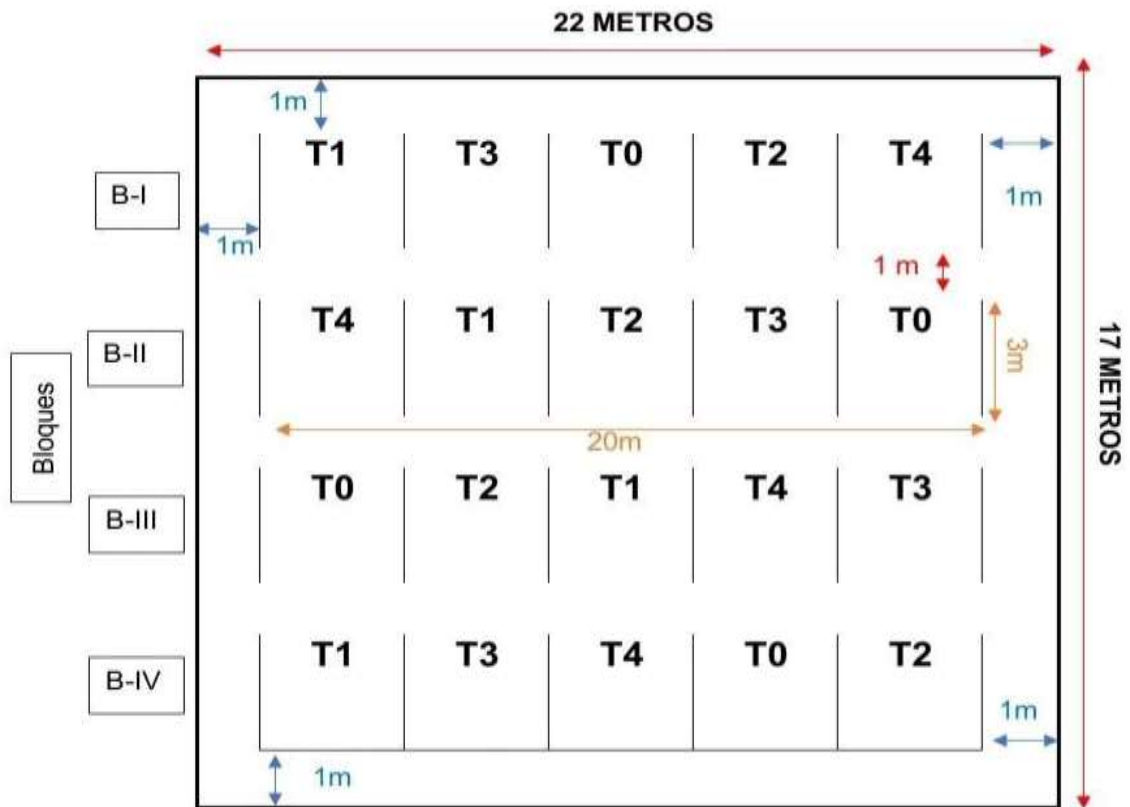


Figura 12A. Croquis de campo experimental y disposición de cada unidad experimental.



Figura 13A. Malezas presentes antes de la instalación del experimento en el área a instalar.



**Figura 14A. Evaluación de población de malezas por metro cuadrado antes de la instalación del proyecto.**



**Figura 15A. A. Medición de las zanjas/ B. Cavado de las zanjas para la aplicación de hidrogel.**



**Figura 16A. Hidratación y preparación del Hidrogel agrícola.**



**Figura 17A. Aplicación del hidrogel agrícola en el campo experimental de la investigación.**



**Figura 18A. Extracción de suelo con barreno para la evaluación de porcentaje de humedad del suelo.**



**Figura 19A. Pesado del fertilizante ferti – maíz para su aplicación en campo.**





**Figura 20A. Aplicación y dosificación del fertilizante al campo experimental.**



**Figura 21A. Primera aplicación de herbicida e insecticida de prevención.**



**Figura 22A. Segunda aplicación de insecticida en el campo experimental.**



**Figura 23A. Manejo mecánico de las malezas.**



Figura 24A. Área experimental después del desmalezado mecánico.



Figura 25A. Campo experimental de la tesis.



**Figura 26A. Visita de supervisión de los jurados en el campo experimental.**



**Figura 27A. A. Campo experimental a la instalación. /B. Campo experimental en floración.**



**Figura 28A. Medición de altura de planta e inserción de la mazorca.**



**Figura 29A. Cosecha en el campo experimental.**



**Figura 30A. Oreado de las mazorcas de maíz.**



**Figura 31A. Medición de las variables en gabinete. Pucallpa, Perú, 2022.**