



Esta obra está bajo una
[Licencia Creative Commons
Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Josep Nelly Cárdenas Charry

<https://orcid.org/0000-0002-0249-0459>

Asesor:

Ing. M.Sc. Elías Torres Flores

<https://orcid.org/0000-0003-4458-8240>

Tarapoto, Perú

2024



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Josep Nelly Cárdenas Charry

Sustentado y aprobado el 11 de noviembre del 2024, por los siguientes jurados:

Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva

Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Luis Alberto Ordoñez Sánchez

Vocal del jurado
Dra. Patricia Elena García Gonzáles

Asesor
Ing. M.Sc. Elías Torres Flores

Tarapoto, Perú

2024



Acta de sustentación de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos Nº 019-2024-EPA-FCA-UNSM

Jurado reconocido con Resolución Decanal Nº 143-2023-UNSM/FCA

Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía.

A las 9 horas, del 11 de noviembre de 2024, en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, inicio el acto público de sustentación del trabajo de investigación **"Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga"** para optar el título profesional de **Ingeniero Agrónomo**, presentado por la **Bach. Josep Nelly Cárdenas Charry**, con la asesoría del **Ing. M.Sc. Elías Torres Flores**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por **Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva** (presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Luis Alberto Ordoñez Sánchez** (secretario), **Dra. Patricia Elena García Gonzales** (vocal), acompañado por el **Ing. M.Sc. Elías Torres Flores** (asesor); el presidente de jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución Decanal Nº 143-2023-UNSM/FCA.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado evaluador realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor. Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto, sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según la Tabla Nº 2 del Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue 15; tal como se deja constar en la siguiente descripción:

| Criterio | Graduación | Puntaje medio | Jurado 1 | Jurado 2 | Jurado 3 |
|--|------------|---------------|----------|----------|----------|
| Aspectos preliminares sobre el informe (50%): | | | | | |
| Originalidad de la investigación. | Excelente | | 1 | 1 | 1 |
| | Bueno | | | | |
| Claridad en la identificación del problema, hipótesis de trabajo y objetivos propuestos. | Excelente | | 2 | 2 | 2 |
| | Bueno | | | | |
| Criterio en la selección y tratamiento de | Excelente | | | | |



**Acta de sustentación de trabajos de investigación conducentes a grados
y títulos N° 019-2024-EPA-FCA-UNSM**

| | | | | | |
|--|-----------|--|-----|-----|------|
| la información bibliográfica. | Bueno | | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Identificación adecuada de las variables para el estudio. Pertinencia del diseño experimental o muestral, de corresponder. | Excelente | | | 2 | |
| | Bueno | | 1 | | 1 |
| Redacción científica y cumplimiento de las normas de estilo. | Excelente | | | | |
| | Bueno | | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Calidad de los resultados y su tratamiento. | Excelente | | | 2 | |
| | Bueno | | 1 | | 1 |
| Conclusiones. | Excelente | | 1 | | 1 |
| | Bueno | | | 0.5 | |
| Aspectos relacionados con la presentación pública (50%): | | | | | |
| Estructura de la exposición | Excelente | | | | |
| | Bueno | | 2 | 2 | 2 |
| | Regular | | | | |
| Fluidez de la exposición | Excelente | | | | |
| | Bueno | | 2 | 2 | 2 |
| | Regular | | | | |
| Dominio y suficiencia en el tema (respuestas) | Excelente | | 3 | | 3 |
| | Bueno | | | 2 | |
| | Regular | | | | |
| Uso del tiempo | Óptimo | | 1 | 1 | 1 |
| Puntajes totales | | | 15 | 15 | 15.5 |

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es¹⁵ y correspondiente a la calificación de BUENO..... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 019 de la Escuela Profesional de Agronomía.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las ¹⁰..... horas, el mismo día, ¹¹ de ^{nov.} de 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

Acta de sustentación de trabajos de investigación conducentes a grados
y títulos Nº 019-2024-EPA-FCA-UNSM

Luis Alberto Ordoñez Sánchez
secretario del jurado

Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva
presidente del jurado

Dra. Patricia Elena García Gonzáles
Vocal del jurado

Bach. Josep Nelly Cárdenas Charry
Autor

Ing. M.Sc. Elías Torres Flores
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Josep Nelly Cárdenas Charry, con DNI N° 44968317, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga.**

Declarajo bajo juramento que:

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

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

Tarapoto, 11 de noviembre de 2024




Josep Nelly Cárdenas Charry
DNI N° 44968317

Ficha de identificación

| | |
|---|--|
| <p>Título del proyecto Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) utilizando cinco híbridos en Alto Huallaga</p> | <p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas y Forestales. Línea de investigación: Fitotecnia Sublínea de investigación: Agricultura Sostenible de Precisión Grupo de investigación: Guardianes Agroambientales – Resolución de Consejo de Facultad N.º 036-2022-UNSM/FCA/CF Tipo de investigación: Descriptiva <input type="checkbox"/> Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p> |
| <p>Autor: Josep Nelly Cárdenas Charry</p> | <p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0000-0002-0249-0459</p> |
| <p>Asesor: Ing. M.Sc. Elías Torres Flores</p> | <p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0003-4458-8240</p> |

Dedicatoria

A Dios, porque siempre está conmigo, y me da aliento en los momentos de dificultad. A mí papá Glicerio Cárdenas Ortega, y a mi mamá Herlinda Charry Travezaño, por darme la vida, y confiar en mí.

A mi esposo Ricardo Nación Olivas, a mis hijos André y Alondra, por su amor y comprensión que siempre me brindaron, y me motivaron para salir adelante.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Martín, y a los magistrales de la Facultad de Ciencias Agrarias por contribuir a mi formación profesional en el campo de la Agronomía.

Al Ing. M.Sc. Elías Torres Flores mi asesor, por su valiosa colaboración y supervisión en la elaboración de la tesis, por compartir sus conocimientos, que hicieron posible este trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva, Ing. M.Sc. Luis A. Ordoñez Sánchez, y a la Dra. Patricia Elena García Gonzáles, mis miembros del jurado de tesis, por su activa participación en el presente trabajo.

A Liz Cheril Quiñones Pezo mí amiga, por su ayuda en el desarrollo de la presente tesis.

A mis hermanas, por ofrecerme su comprensión, cariño incondicional y su compañía en los momentos de dificultad.

Índice general

| | |
|---|----|
| Ficha de identificación | 6 |
| Dedicatoria | 7 |
| Agradecimientos..... | 8 |
| Índice general..... | 9 |
| Índice de tablas | 11 |
| Índice de figuras | 12 |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN..... | 15 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 17 |
| 2.2. Fundamentos teóricos | 19 |
| 2.3. Bases teóricas..... | 22 |
| CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS | 23 |
| 3.1. Ámbito y condiciones de la investigación..... | 23 |
| 3.1.1. Ubicación política | 23 |
| 3.1.2. Ubicación geográfica..... | 23 |
| 3.1.3. Periodo de ejecución..... | 23 |
| 3.1.4. Autorizaciones y permisos | 23 |
| 3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad..... | 23 |
| 3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales..... | 24 |
| 3.2. Sistema de variables | 24 |
| 3.2.1. Variables principales | 24 |
| 3.2.2. Variables secundarias..... | 24 |
| 3.3. Procedimientos de la investigación..... | 25 |
| 3.3.1. Determinación de los parámetros físicos y químicos del suelo en el área de intervención del proyecto en el Alto Huallaga..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 3.3.2. Mediciones del desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga | 30 |
| 3.3.3. Determinación de los tratamientos óptimos (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga | 31 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| 4.1. Determinar los parámetros físicos y químicos del suelo en el área de intervención del proyecto en el Alto Huallaga..... | 32 |
| 4.2. Medir el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga..... | 33 |
| 4.2.1. Desarrollo de la Planta..... | 33 |
| 4.2.2. Días a la floración | 39 |
| 4.2.3. Número de mazorcas..... | 41 |
| 4.2.4. Rendimiento..... | 43 |
| 4.3. Determinar el tratamiento óptimo (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga..... | 46 |
| CONCLUSIONES..... | 48 |
| RECOMENDACIONES..... | 49 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 50 |
| ANEXOS | 54 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Tratamientos de la investigación..... | 24 |
| Tabla 2 Medición del desarrollo y rendimiento de los híbridos de maíz | 30 |
| Tabla 3 Resultado de análisis de suelo antes de la realización del proyecto | 32 |
| Tabla 4 Resultado de análisis de suelo después de la realización del proyecto..... | 32 |
| Tabla 5 Prueba de Normalidad y Homogenidad para altura de planta (cm) a 15 días 33 | |
| Tabla 6 Análisis de varianza de altura de las plantas a los 15 días..... | 34 |
| Tabla 7 Altura de las plantas a los 15 días | 34 |
| Tabla 8 Prueba de Normalidad y Homogenidad para altura de planta (cm) a 30 días 35 | |
| Tabla 9 Análisis de varianza de altura de las plantas a los 30 días..... | 35 |
| Tabla 10 Altura de las plantas a los 30 días | 36 |
| Tabla 11 Prueba de Normalidad y Homogenidad para altura de planta (cm) a 45 días | 37 |
| Tabla 12 Análisis de varianza de altura de las plantas a los 45 días..... | 37 |
| Tabla 13 Altura de las plantas a los 45 días | 38 |
| Tabla 14 Prueba de Normalidad y Homogenidad de días a la floración..... | 39 |
| Tabla 15 Análisis de varianza de días a la floración | 40 |
| Tabla 16 Días a la floración de las diferentes variedades e híbridos de maíz | 40 |
| Tabla 17 Prueba de Normalidad y Homogenidad para número de mazorcas | 42 |
| Tabla 18 Análisis de varianza de número de mazorcas | 42 |
| Tabla 19 Número de mazorcas de las diferentes variedades e híbridos de maíz..... | 42 |
| Tabla 20 Análisis de varianza de los rendimientos entre las diferentes variedades e híbridos de maíz..... | 44 |
| Tabla 21 Rendimientos entre las diferentes variedades e híbridos de maíz..... | 44 |
| Tabla 22 Tratamientos e híbridos de maíz utilizados en la investigación | 55 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Preparación de terreno A) Desmalezado del área de experimentación; B) Terreno listo para la siembra | 25 |
| Figura 2 Demarcación del campo A) Delimitación del campo experimental; B) Colocación de letreros en las parcelas experimentales | 25 |
| Figura 3 Siembra de maíz A) Variedades e híbridos de maíz que se usaron como tratamiento; B) Siembra de maíz de un tratamiento..... | 26 |
| Figura 4 Desmalezado de malezas A) Desmalezado entre bloques B) Desmalezados entre tratamientos y plantas..... | 27 |
| Figura 5 Control fitosanitario A) Desmalezado entre bloques B) Desmalezados entre tratamientos y plantas..... | 27 |
| Figura 6 Cosecha A) Cosecha de maíz criollo B) Cosecha del bloque III..... | 28 |
| Figura 7 Muestreo de análisis suelo A) Muestreo de análisis de suelo al inicio del experimento; B) Muestreo de análisis de suelo al finalizar el experimento..... | 30 |
| Figura 8 | 34 |
| Figura 9 Evaluación a los 30 días del desarrollo de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga | 36 |
| Figura 10 Evaluación a los 45 días del desarrollo de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga | 38 |
| Figura 11 Evaluación de las variedades e híbridos de maíz a cuantos días florecen ... | 40 |
| Figura 12 Número de mazorcas de las variedades e híbridos de maíz | 43 |
| Figura 13 Rendimiento en kg de las variedades e híbridos de maíz | 44 |
| Figura 14 Prueba de Tukey ($P < 0,05$), comparación de desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos | 46 |
| Figura 15 Ubicación del proyecto de investigación | 54 |
| Figura 16 Distribución del diagrama de bloques completamente al azar..... | 55 |

RESUMEN

El cultivo de maíz, es el único grano a nivel mundial que viene siendo usado para alimentar personas y animales. Y en algunas partes de nuestra región San Martín se desconoce su potencial de rendimiento y adaptabilidad. De esa manera, el trabajo tuvo como objetivo evaluar del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga. Los suelos del proyecto de investigación es Franco Arenoso, son moderadamente alcalinos con un valor de pH promedio 7,95. Así mismo, se midió el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga, siendo el tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas), que demostró mejor rendimiento y desarrollo en la adaptabilidad en los suelos de Alto Huallaga, provincia de Tocache, seguido del T5 (Maíz híbrido Impacto), T1 (Maíz híbrido Advanta), T3 (Maíz híbrido Dekalb), T4 (Maíz híbrido Altis), a comparación del testigo T0 (Maíz criollo). Además, el tratamiento optimo (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga, es el tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas), que demostró mejor rendimiento y desarrollo en la adaptabilidad en los suelos de Alto Huallaga, con un rendimiento promedio de 11 769 kg/ha⁻¹, floreo a los 55,53 días, alcanzo una altura de 148,8 cm a los 45 días después de la siembra y obtuvo un promedio de 2 mazorcas por planta. Los resultados de la investigación constituyen una vital importancia para poder recomendar a nuestros hermanos agricultores que siembra maíz, cuál de las variedades o híbridos debe sembrar, disminuyendo así sus niveles de perdida y asegurando que el cultivo le sea rentable.

Palabras clave: adaptabilidad, suelos, variedades.

ABSTRACT

The corn crop is the only grain worldwide that has been used to feed people and animals. And in different parts of our San Martin region, its yield potential and adaptability are unknown. The objective of this study was to evaluate the development and yield of maize (*Zea mays* L.) using five hybrids in Alto Huallaga. The soils of the research project are sandy loam, moderately alkaline with an average pH value of 7.95. The development and yield of the five corn hybrids produced in Alto Huallaga were also measured, with the T2 treatment (Atlas hybrid corn) showing the best yield and development in terms of adaptability to the soils of Alto Huallaga, Tocache province, followed by T5 (Impacto hybrid maize), T1 (Advanta hybrid maize), T3 (Dekalb hybrid maize), and T4 (Altis hybrid maize), compared to the control T0 (Creole maize). In addition, the optimal treatment (hybrid corn variety) in the development and yield of the five corn hybrids produced in Alto Huallaga, is the T2 treatment (Atlas hybrid corn), which showed better performance and development in adaptability in the soils of Alto Huallaga, with an average yield of 11 769 kg/ha-1, flowering at 55.53 days, reaching a height of 148.8 cm at 45 days after planting and obtaining an average of 2 ears per plant. The results of the research are of vital importance to be able to recommend to farmers who plant corn, which of the varieties or hybrids should be planted, thus reducing their loss levels and ensuring that the crop is profitable.

Keywords: adaptability, soils, varieties.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Zea mays “maíz”, único grano a nivel mundial que viene siendo usado para alimentar personas y animales, ya sea en fases de desarrollo y/o producción de plantas (Sánchez, 2014; Guamán et al., 2020). Al ser un cereal que es consumido por humanos y animales, lo vuelve un cultivo de importancia económica en el mundo, además es utilizado como materia prima en un sin número de productos alimenticios industriales (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2016). Esta importancia a nivel mundial, trajo consigo una serie de investigaciones, es así que en 2014 según Monteros y Salvador (2014), de acuerdo a los resultados de su investigación el maíz duro seco tuvo una producción mundial en granos que bordeó el 40 %. Por otro lado, FIRA (2016), manifestaron que la producción mundial de maíz bordeó los 1 025,6 millones de t, alcanzando rendimientos promedios de 5,69 t/ha⁻¹.

En la región sudamericana, los llanos amazónicos o sábanas bordean los 70 millones de ha, configurándose como una vasta zona con potencialidades agrícolas para producción masiva de alimento. Los científicos de la disciplina agraria en el cultivo del maíz en las zonas tropicales, ven un futuro prometedor en esas áreas, ya que presentan condiciones favorables para su producción, además, esto ayudaría a la seguridad agroalimentaria, debido al incremento excesivo de la población, siendo vital importancia producción en estas zonas (Soto et al., 2019). Pero no todo es positivo, pues los suelos en la selva, debido a las precipitaciones constantes a menudo provocan problemas de acidez (pH muy bajo), elevada saturación de aluminio, escasos niveles de fósforo, carencias magnesio, calcio, hierro y molibdeno; todo esto genera restricciones en el cultivo del maíz, afectando su producción y rendimiento (Narro y Arcos, 2010).

En países en desarrollo, la demanda del grano de maíz supera al trigo y arroz. Esto debido a su importante utilización en la alimentación cotidiana. Este acrecenté crecimiento de la demanda y utilización del maíz vuelca las miradas a las instituciones especializadas en investigación agrícola en el país y del mundo, en aras de generar estrategias adecuadas para satisfacer la gran demanda de maíz (Soto et al., 2019).

El maíz en el país es el cultivo con mayor superficie sembrada, superando al arroz y la papa, se estima que anualmente se cultivan más de 250 000 ha, teniendo una producción que bordea los 1,2 millones de tm; pero a pesar que el Perú cuenta con una producción importante en términos de cantidad, no logra satisfacer la demanda. Esto hace que se tenga que importar maíz en grano de más o menos 3,9 millones de t para

poder satisfacer la demanda. El cultivo de maíz en el Perú, actualmente ocupa el tercer lugar en superficie sembrada a nivel nacional, superado sólo por cultivos como la el arroz y la papa (Ruiz et al., 2020). Además, MIDAGRI (2021) indica que la región San Martín el maíz está dentro de los diez cultivos más importantes, teniendo una superficie cultivada de 44 693 ha, con una producción que supera los más de 126 000 t y un rendimiento promedio de 2,8 t/ha.

La región San Martín cuenta con un vasto terreno agrícola en la zona sur, producido por el imponente río Huallaga, que su prolongado paso va originando zonas altamente fértiles. La provincia de Tocache forma parte de las diez provincias de San Martín. Son zonas que hace más de 30 años fueron duramente golpeadas por el narcotráfico. En la actualidad se ha erradicado cultivos ilícitos, dando oportunidad a cultivos como el, maíz, arroz y cacao. Actualmente, en la región el maíz es un cultivo importante, surgiendo la necesidad de poder realizar investigación en este rubro, planteándose la presente investigación que tiene como objetivo Evaluar del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga. Los híbridos a usar son los más comerciales en la zona.

La hipótesis de investigación fue que el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es influenciado por el uso de cinco híbridos en el Alto Huallaga, como objetivo principal fue evaluar el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga.

Los objetivos específicos fueron: a) Determinar los parámetros físicos y químicos del suelo en el área de intervención del proyecto en el Alto Huallaga. b) Medir el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga. c) Determinar el tratamiento óptimo (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga.

Los resultados de la investigación constituyen una vital importancia para poder recomendar a nuestros hermanos agricultores que siembran maíz, cuál de las variedades o híbridos debe sembrar, disminuyendo así sus niveles de pérdida y asegurando que el cultivo le sea rentable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Velasco et al. (2022), en México, realizaron una investigación donde evaluaron 10 híbridos de maíz en tres ambientes diferentes. La investigación arrojó resultados interesantes, como el hecho de que los híbridos Atziri Puma y Tsíri Puma presentaron los mayores rendimientos de grano, mientras que el híbrido Tlaoli Puma presentó el mayor rendimiento de forraje verde. Es importante destacar que esta investigación fue relevante porque contribuyó al desarrollo de nuevas variedades de maíz que sean competitivas con los híbridos comerciales ya existentes, lo que pudo beneficiar a los agricultores mexicanos en términos de rendimiento y calidad de sus cultivos. Además, el uso de un diseño experimental riguroso y un análisis estadístico adecuado garantizó la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Chang et al. (2021), realizaron una investigación en Panamá Este. Realizaron un DBCA, teniendo como tratamientos a las variedades del maíz, entre híbridos y experimentales (DAS-3383, 30F-35, P-4226, X-40F440, P-4039, X-40K-176). El parámetro que evaluaron fue rendimiento kg por ha⁻¹. Finalmente, evidenciaron que existió diferencias significativas entre las variedades de maíz, destacando el híbrido 30F-35 por su mejor desempeño productivo en granos y biomasa; el híbrido P-4226 por su mayor cantidad de plantas y mazorcas recolectadas, y el híbrido X-40F-440 por su mayor peso, apariencia y producción de grano.

Guamán et al. (2020) en Santo Domingo, Ecuador, desarrollaron un estudio donde utilizaron los siguientes híbridos: Gladiador-DOW-2B-688®, Iniap-H-551®, Trueno-NB-7443® y Pioneer-F30K73. Los parámetros analizados fueron: diámetro, peso y longitud de la mazorca, número de hojas, altura de la planta y de la inserción a la mazorca, y rendimiento. Finalmente, a raíz de los resultados se pudo asegurar que el mejor híbrido fue Pioneer F30K73®.

Borroel et al. (2018), ejecutaron un estudio con la finalidad de valorar cinco híbridos de maíz en términos de rendimiento y elementos productivos en la Comarca Lagunar. “Las combinaciones evaluadas incluyeron: SB302 (testigo), RX715, Caimán, Oso y Ocelote, todos ellos ubicados en terreno bajo en un diseño de bloques completos seleccionados al azar”. “Los híbridos Caimán, RX715, Oso y SB302 alcanzaron los rendimientos más altos de grano, entre 14,52 y 15,84 g/ha-1.

Fabián et al. (2020) Perú, evaluaron híbridos internacionales frente a híbridos nacionales de maíz, teniendo como tratamientos 6 híbridos más 1 testigo (3 híbridos nacionales, 3 internacionales y 1 testigo). Los resultados demostraron que en el parámetro altura de planta y mazorca el óptimo fue Marginal T28; DK-7088, además, junto a Megahíbrido 619 fueron óptimos en longitud y diámetro de mazorca, y en el parámetro de peso y rendimiento el óptimo fue DK-7088 teniendo valores de 14,44 t por ha⁻¹, Pioneer 30F35 con 13,15 t por ha⁻¹ y Megahíbrido 619 con 11,66 t por ha⁻¹. Finalmente, concluyeron que los híbridos DK-7088 y Megahíbrido 619, fueron los ideales para producir maíz, debido a sus buenas condiciones agronómicas.

Ydrogo (2020) en Cutervo - Perú, evaluó 7 híbridos y una variedad de maíz amarillo. Los resultados, evidenciaron que para la variable rendimiento (kg/ha-1) los híbridos con mayor valor fueron DK-7508 (10285,70), DK-399 (9857,13), SV-3243 (9809,53) y SUPERMAIZ-1 (7928,60). Para índices de mazorca, los híbridos con los valores más altos fueron INSIGNIA-105 (0,85), DK-7508 (0,84), AGRHICOL-XB8010 (0,83) y DK-399 (0,82). Para la capacidad de acumular materia seca (t/ha-1) el óptimo fue el híbrido DK-7508 (41,17). En el número hileras por mazorcas los óptimos fueron DK-399 (18,13) y DK-7508 (17,53).

Briceño-Yen (2019), en su investigación determinó los días a la floración femenina, masculina, y aquellos elementos básicos para el rendimiento, como tamaño de la planta, de mazorca y peso de grano en híbridos de maíz. Los resultados dieron un panorama interesante, pues las temporadas de siembra del maíz influenciaron en los días e inicio de su floración, ocasionando que muchos híbridos no lograran alcanzar su desarrollo óptimo en altura. De tal modo que, el híbrido ATLAS 105 fue el que tuvo mayores valores en altura e inserción de mazorca (2,31 y 104,7 respectivamente), mientras el híbrido DK 7088 tuvo los menores valores (1,81 y 82,38). El más precoz fue el híbrido DK 7088 y el más tardío ATL 50. Finalmente, el híbrido que más rendimiento tuvo fue ATLAS 50 con un valor de 8 096,59 kg/ha⁻¹, mientras que ATL 50 tuvo el menor rendimiento con un valor de 5 823,86 kg/ha⁻¹.

Espíritu (2019) en Tocache, evaluó la adaptabilidad de 6 híbridos de maíz en comparación del Marginal 28 – Tropical. El autor desarrolló un DBCA. Los resultados mostraron que para la variable altura de planta, el híbrido que mayor valor tuvo fue ATLAS 105 con 1,84 m, altura de mazorca con 93 cm, peso granos por mazorca con 165,81 g, además de tener peso de 1 000 semillas con 360 gramos y rendimiento con un valor de 10 075,41 kg ha⁻¹, siendo considerado el tratamiento óptimo, mostrando el mejor nivel de 7508 e INIA 624, que presentaron buenos valores de rendimiento

(8247,67 y 7 921,03 kg/ha⁻¹, respectivamente). Finalmente, los hallazgos en campo respecto a floración precoz, mostraron que todos los híbridos fueron precoces.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. El maíz

El origen *Zea mays* L. “maíz” ha sido tema de interés a lo largo de los años siendo estudiado intensamente, debido a la existencia de una gran controversia sobre si su origen es Sudamérica o Centro América (Olazo, 2014).

En otras investigaciones manifiestan que el origen de maíz fue México, pero el maíz más desarrollado es probable que haya migrado a ciertas partes de EEUU. Por otro lado, existen evidencias arqueológicas referente a la domesticación del maíz encontradas en las antiguas civilizaciones mexicanas (Mayas), donde se realizaron excavaciones encontrando pequeñas mazorcas de maíz de aproximadamente 7 000 años de antigüedad. Este hallazgo concadena con la información que se tiene sobre la génesis de la agricultura en Europa y América alrededor de los años 8 000 y 10 000 años (Figueroa y Valdera, 2021).

Por su parte, Figueroa y Valdera (2021) citan a una ficha técnica del MINAGRI (2018), la importancia del cultivo de maíz amarillo duro como cultivo en el País, debido a que es su utilización es primordial en la cadena agroalimentaria, ya que el cultivo inicia en los campos y luego pasa al consumo de la gran mayoría de animales como porcinos y aves. El crecimiento de la producción del cultivo de maíz en los últimos 10 años, sobrepasa la tasa del 1,8 % en promedio, esto debido a las grandes superficies cosechadas que bordean las 301 200 ha.

2.2.2. Taxonomía del maíz

Existen muchas referencias bibliográficas referente a la ubicación taxonómica del maíz, desde lo que manifiesta Huaytalla (2015) hasta la última tendencia el nuevo sistema de clasificación taxonómica que usa la biología molecular para ubicar especies Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV (The Angiosperm Phylogeny group et al., 2016); teniendo así la taxonómica del maíz:

Reino : Plantae

Orden : Poales

Clase : Monocotyledoneae

Subfamilia : Panicoideae

Género : Zea

División : Angiospermae

Familia : Poaceae

Subfamilia : Panicoideae

Tribu : Andropogoneae

Subtribu : Tripsacinae

Género : Zea

Especie : *Zea mays*

2.2.3. Diversidad genética

El Ministerio Nacional del Ambiente [MINAM] (2018), manifiesta que genéticamente el maíz se clasifica por razas. Los cultivos nativos que existen en las regiones o país, son considerados razas, esto debido a las pequeñas variaciones que pueden presentar entre cultivos. La clasificación por razas tiene mucha ventaja, ya que convierte a su clasificación en cerrada, es decir, primero tenemos que conocer toda la diversidad para luego realizar la división de la diversidad por razas. En ese contexto, a nivel molecular se puede apreciar que la diferenciación dentro de una región génica de un alelo hará que se distingan a los cultivos de una sola raza.

En el Perú, el maíz se clasifica por razas, esto debido a que no existen especies que se puedan fecundar de manera libre con el maíz. A esta diversidad se les puede considerar a los cultivos mejorados genéticamente y los híbridos (nacionales e internacionales). Las primeras regiones del país donde se empezaron a sembrar maíz híbrido fue la costa y selva, dejando a un lado los cultivares de maíz nativo. Estas nuevas semillas híbridas y modificadas genéticamente se adaptaron rápidamente en diversos departamentos de las regiones, tal fue el caso que muchas de ellas ahora son consideradas razas peruanas (MINAM, 2018; Ydrogo, 2020).

2.2.4. Clasificación tradicional de las variedades de maíz

De las investigaciones más completas referente a las variedades de maíz es la de Acosta (2009) citado por Ydrogo (2020); mencionan que unas de las primeras clasificaciones del maíz enfocados en marcadores morfológicos (variación dentro del grano), lo realizó Sturtevant basándose en características del grano como por ejemplo

su textura o estructura del endospermo, para ello consideró 7 divisiones que se manifiestan a continuación:

Maíz tunicado: *Zea mays tunicata* St., es el maíz cultivado más primitivo. Tiene como característica más marcada, que los granos están envueltos en su propia bráctea. Algo muy importante que debemos puntualizar, es que no cuenta con mercado.

Maíz reventón: *Zea mays everta* St., tiene como peculiaridad bien marcada endospermo cristalino y son granos pequeños, esto a causa del almidón córneo; denominado reventón porque cuando es sometido a calor explota, en el mundo comercial es llamado popcorn, canchita o palomitas de maíz.

Maíz cristalino: *Zea mays indurata* St., tiene semillas con endospermo vidrioso muy duro, además de ser cristalino y translúcido, presenta almidón de tipo córneo.

Maíz amiláceo: *Zea mays amilácea* St., tiene semillas con endospermo blando, suave amiláceo. En esta clasificación de maíz encontramos al popular maíz “Blanco Gigante del Cuzco”, muy popular en la parte andina sur del país, además es considerado la herencia de los incas. Sus granos son grandes y tienen alto rendimiento.

Maíz dentado: *Zea mays identata* St., el endospermo contiene almidón blando corneo cristalino y presenta semillas en la parte externa e interna. Cuando están maduros y se hidratan suelen parecerse a un diente.

Maíz dulce: *Zea mays saccharata* St., posee un grano arrugado y dulce cuando llegan a madurez, puesto que ofrecen una irregularidad genética en su gen, específicamente en el cromosoma 4, lo que provoca que numerosos azúcares solubles no se transformen en almidón.

Maíz ceroso: semilla cerosa en el endospermo, este compuesto en su totalidad de amilopectina (100 %), lo que ocasiona que tenga un almidón gomoso. Es preciso mencionar, que por lo general las molecular de almidón de los granos de maíz.

2.2.5. Maíz híbrido

Los híbridos suelen surgir cuando una planta es fecundada con otra que no tiene conexión genética con la primera. En dicho escenario, contamos con una planta hembra o progenitora hembra (que genera la semilla) y un progenitor macho (que suministra el polen) que fecunda a la hembra. Esta fecundación provoca la generación de una semilla híbrida. El resultado de este cruce produce una semilla con una configuración genética única, por lo que produce una planta con atributos muy específicos. Los progenitores (hembra y macho) le dotan a la planta de fitomejoradores, creando progenies

específicos y particulares, como por ejemplo resistencia a plagas y enfermedades, color y tamaño de grano, calidad de grano, madurez específica, etc (MacRobert, 2015).

Rimache (2008), menciona que las semillas producidas por ese cruzamiento darán origen a plantas con características muy buenas, como por ejemplo altas tasas de productividad por hectárea, siendo estas semillas híbridas muy superiores a las semillas comunes o criollas, teniendo rendimientos promedio de 20 al 30 % más que los comunes.

Dentro del escenario de hibridación, surge la necesidad de abordar el fenómeno de heterosis, esto sucede cuando el producto del cruzamiento de estos progenitores supera a sus propias líneas con características de rendimiento y crecimiento; esto se explica por la interacción de los factores que aportan los padres que participan en la fecundación del híbrido. La capitalización de la heterosis, se da producto de la síntesis de híbridos en plantas alógamas como el maíz. Finalmente, la heterosis en los híbridos, tiene como génesis en el cruzamiento de germoplasmas con rasgos primitivos y orígenes geográficos distintos (Gaytán y Mayek, 2010).

Siguiendo con los alcances de los híbridos de maíz, MacRobert et al. (2015) no manifiesta que existen numerosos híbridos, tales como simples, híbridos dobles, híbridos triples e híbridos mestizos.

2.3. Bases teóricas

- ✓ **Fenotipo:** conjunto de características genéticas de un individuo las cuales pueden verse de manera externa, es identificable con los sentidos (Espíritu, 2019).
- ✓ **Genotipo:** son todos los genes que están dentro de las estructuras del ADN y los elementos de herencia citoplasmática (Espíritu, 2019).
- ✓ **Híbrido:** individuo que es producido por un cruzamiento genético de dos especies/variedades/subespecies/cepas diferentes (Espíritu, 2019).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Ubicación política

Ubicación donde se recolecto datos para la investigación

La investigación se desarrolló en el Centro Poblado Ramal de Cachiyacu, que está situado a 30 minutos de la ciudad de Tocache. Es un valle enteramente agrícola. Ver Anexo 1.

Ubicación Política:

| | | |
|----------------|---|--------------------|
| Centro Poblado | : | Ramal de Cachiyacu |
| Distrito | : | Tocache |
| Provincia | : | Tocache |
| Departamento | : | San Martín |

3.1.2. Ubicación geográfica

(Zona 18 M, Sistema WGS84)

| | | |
|----------------|---|----------------|
| Latitud sur | : | 8° 14' 2,9" S |
| Longitud oeste | : | 76° 25' 1,4" W |
| Altitud | : | 522 m.s.n.m.m |

3.1.3. Periodo de ejecución

Se ejecutó la investigación en un periodo de 5 meses.

3.1.4. Autorizaciones y permisos

Debido a la naturaleza de la investigación, este acápite no aplica. Muy al margen de ello, las semillas híbridas cuentan con certificación al momento de ser compradas.

3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No conllevó niveles de riesgo ambiental o biológico, que causen impactos significativos en el ambiente. Es preciso mencionar que, si se evidencia ataque de alguna plaga y/o enfermedad en el cultivo de maíz, se tendrá que aplicar algún control químico, debiéndose tener las medidas de bioseguridad respectivos.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

El estudio respetó principios éticos relacionados con la investigación, en particular, a honrar la propiedad intelectual de los creadores de artículos científicos, tesis y trabajos académicos que se mencionan en toda la investigación. Igualmente, se cumplieron los nuevos reglamentos de investigación de la Universidad Nacional de San Martín.

Finalmente, el escritor afirma que la indagación es genuina y honra los principios éticos de respeto a la propiedad intelectual, previniendo situaciones de plagios y duplicados.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

Cinco híbridos de maíz.

Tabla 1

Tratamientos de la investigación

| Tratamiento | Código | Descripción |
|-------------|----------------|----------------------|
| 1 (Testigo) | T ₀ | Maíz criollo |
| 2 | T ₁ | Maíz híbrido Advanta |
| 3 | T ₂ | Maíz híbrido Atlas |
| 4 | T ₃ | Maíz híbrido Dekalb |
| 5 | T ₄ | Maíz híbrido Altis |
| 6 | T ₅ | Maíz híbrido Impacto |

Dimensiones:

- ✓ Tipos de híbridos
- ✓ Densidad de siembra

3.2.2. Variables secundarias

Desarrollo y rendimiento del maíz.

Dimensiones:

- ✓ Porcentaje de germinación
- ✓ Altura de planta
- ✓ Número de mazorcas
- ✓ Tamaño de mazorca
- ✓ Peso final

3.3. Procedimientos de la investigación

Existen actividades que realizarán en el trabajo de investigación las cuales se mencionan a continuación:

a. Preparación del campo

Se procedió a realizar un desmalezado del área de experimentación. Luego de haber realizado el desmalezado, se procedió a dar una aireación mecánica al suelo, a fin de poder ayudar a la germinación y crecimiento adecuado de la semilla de maíz (Figura 1).



Figura 1

Preparación de terreno A) Desmalezado del área de experimentación; B) Terreno listo para la siembra

b. Demarcación del campo

Se demarcó el área del experimento (316,26 m²), dividiéndose en 18 parcelas. Una vez trazadas las parcelas, se realizó el trazado para la siembra (Figura 2).

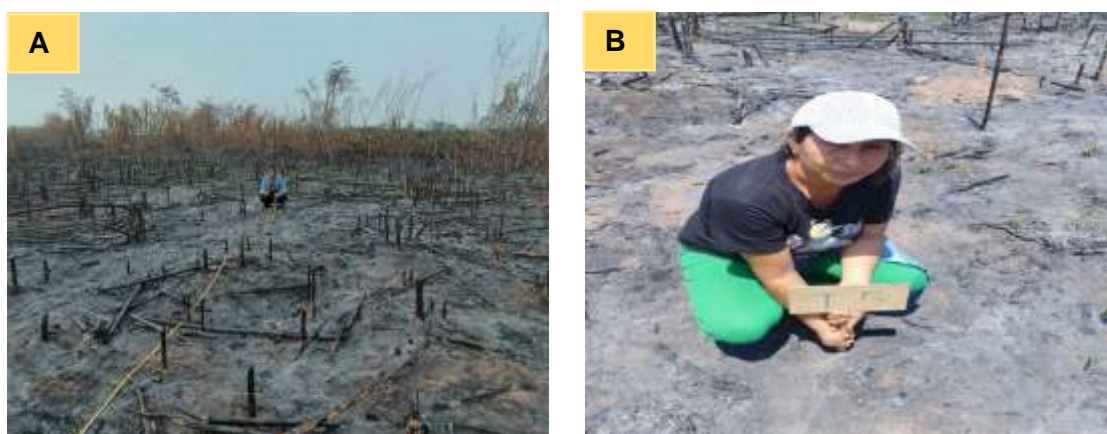


Figura 2

Demarcación del campo A) Delimitación del campo experimental; B) Colocación de letreros en las parcelas experimentales

c. Siembra del maíz

La siembra se realizó con tacarpo, perforando el suelo y soltando 2 semillas de maíz en el hoyo. El distanciamiento fue de 0,4 m x 0,40 m. La cantidad de hoyos por parcela fueron 10, teniendo así 20 plantas. La variedad del maíz por parcela fue de acuerdo a lo estipulado en a los tratamientos (Figura 3).

Método de siembra:

- ✓ Cuadrado: (0,4 m x 0,4 m)
- ✓ Número de plantas: 20
- Ancho de calles:
- ✓ Horizontal: 2,00 m
- ✓ Vertical: 1,50 m

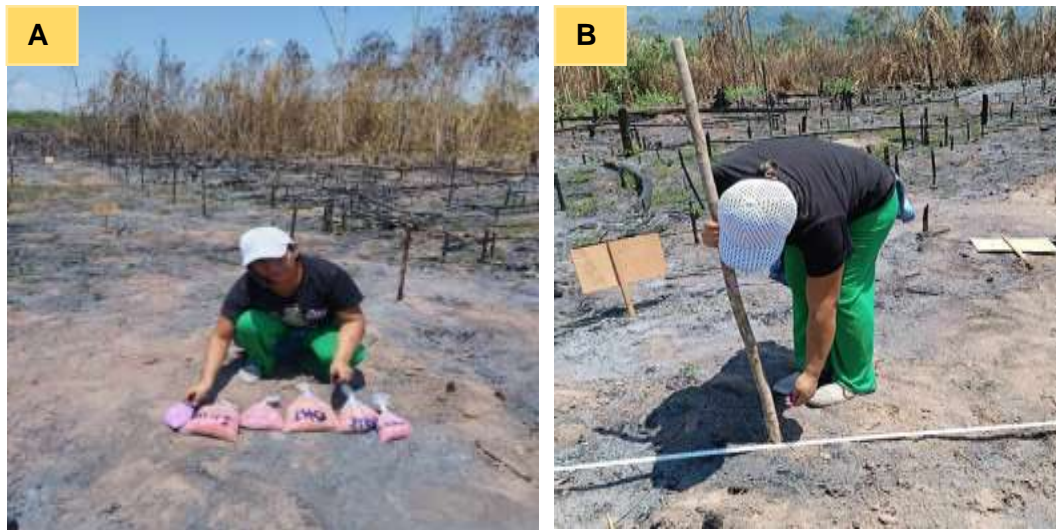


Figura 3

Siembra de maíz A) Variedades e híbridos de maíz que se usaron como tratamiento; B) Siembra de maíz de un tratamiento.

d. Control de malezas

Se llevó a cabo el control de malezas mediante una lampa, a 30 días de la siembra, con el objetivo de que el cultivo se desarrollase sin problemas (Figura 4).



Figura 4

Desmalezado de malezas A) Desmalezado entre bloques B) Desmalezados entre tratamientos y plantas

Control fitosanitario

El control fitosanitario se realizó a los 15, 30 y 45 días, con el método de control químico para el caso de plagas y enfermedades.



Figura 5

Control fitosanitario A) Desmalezado entre bloques B) Desmalezados entre tratamientos y plantas

Cosecha

La cosecha se realizó cuando el grano presentó el punto de madurez fisiológica (punto negro) 120 días aproximadamente después de la siembra.



Figura 6

Cosecha A) Cosecha de maíz criollo B) Cosecha del bloque III

❖ Características del experimento

Campo experimental

Ancho : 12,60 m

Largo : 25,10 m

Área total: 316,26 m²

Bloques experimentales

Número de bloques : 3

Largo de bloques : 25,10 m

Ancho de bloques : 2,20 m

Separación entre bloque: 2,00 m

Área de bloques : 55,22 m²

Parcelas experimentales

Largo de parcela : 2,20 m

Ancho de parcela : 2,60 m

Área de parcelas : 5,72 m²

❖ Tipo y nivel de la investigación

Tipo de investigación: Fue de tipo **aplicado y experimental**, ya que se persiguió la utilización práctica de los resultados logrados.

Nivel de investigación: Fue de nivel descriptivo experimental.

❖ Diseño de la investigación

La investigación tiene un diseño experimental, debido a que se realizó la manipulación de las variables, y observo la variable dependiente para medir las variaciones asociadas. Además, se obtuvo dos grupos experimentales, donde uno será el control o testigo y el otro el grupo experimental (se le aplicará el tratamiento) (Agudelo y Aigner, 2008).

En este proyecto de investigación se aplicó un (DBCA), distribuido en 3 bloques con 6 tratamientos (5 híbridos de maíz + 1 criollo).

❖ Población y muestra

Población: Estuvo conformada por todas las plantas sembradas dentro de la parcela de maíz en el Alto Huallaga.

Muestra: Estuvo conformada por 316,26 m² (Muestra no probabilística).

3.3.1. Determinación de los parámetros físicos y químicos del suelo en el área de intervención del proyecto en el Alto Huallaga

Para cumplir con este objetivo se tuvo que realizar la siguiente actividad:

✓ Análisis del suelo

El muestreo de suelos se llevó a cabo de acuerdo con lo que indica MINAM (2014), (Figura 7) y la muestra fue enviada al Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas, fertilizantes y alimentos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) - Sede San Martín. Para así determinar de los parámetros químicos y físicos, iniciales del suelo, para saber el estado actual, a su vez, también se realizó un análisis de suelo al finalizar el experimento. Los parámetros que se evaluaron fueron: pH, C.E., CaCO₃, M.O., N, P, K, clase textural, análisis mecánico, cationes intercambiables, micronutrientes, etc.



Figura 7

Muestreo de análisis suelo A) Muestreo de análisis de suelo al inicio del experimento; B) Muestreo de análisis de suelo al finalizar el experimento

3.3.2. Mediciones del desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga

Para cumplir con este objetivo se tuvo que realizar las siguientes actividades:

Tras la instalación del experimento, se llevó a cabo la evaluación del progreso y desempeño de los híbridos plantados. La sucesión de las mediciones se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 2

Medición del desarrollo y rendimiento de los híbridos de maíz

| Ítem | Tiempo (después de haber sembrado) | Actividad | Instrumento y herramientas | Técnica |
|------|---------------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | A 15 días | Primera medición de altura de las plantas | Ficha de campo, regla y wincha. | Observación y medición. |
| 2 | A 30 días | Segunda medición de altura de las plantas | Ficha de campo, regla y wincha. | Observación y medición. |
| 3 | A 45 días | Tercera medición de altura de las plantas | Ficha de campo, regla y wincha. | Observación y medición. |
| 4 | A 60 días | Medición de la floración | Ficha de campo | Observación |

| | | | | |
|---|----------|---|---------------------------------|------------------------|
| 5 | 80 días | Medición del número de mazorcas | Ficha de campo | Observación |
| 6 | 100 días | Medición del peso de mazorcas y peso final por parcelas | Ficha de campo, balanza y sacos | Observación y medición |

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Determinación de los tratamientos óptimos (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga

Para cumplir con este objetivo se tuvo que realizar la siguiente actividad:

Luego de haber recopilado la información en campo luego de más de 3 meses, se realizó el análisis estadístico, con la finalidad de poder determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos (variedades de maíz) y cuál fue el tratamiento óptimo (híbrido de maíz).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinar los parámetros físicos y químicos del suelo en el área de intervención del proyecto en el Alto Huallaga

La Tabla 5 y 6 nos presenta los hallazgos de las estadísticas descriptivas sobre el contenido de los parámetros fisicoquímicos previo y posterior a la ejecución del proyecto de investigación. El contenido de pH osciló entre 7,8 y 8,1, lo que indica que los terrenos del área de estudio tienen una alcalinidad moderada con un valor promedio de pH de 7,95. La conductividad eléctrica osciló entre 0,02 y 0,03 mS/m (media = 0,025).

En relación a los valores de los elementos de la textura del suelo, derivados de la medición en laboratorio de las muestras recogidas en terreno, se observó que, en promedio, la proporción de partículas minerales en el área de investigación es del 72,44 % para la arena, del 15,48 % para el limo y del 12,08 % para la arcilla, respectivamente. El terreno objeto de investigación es Franco Arenoso (Gordón-Mendoza et al. 2006).

Tabla 3

Resultado de análisis de suelo antes de la realización del proyecto

| pH | M.O | N | P | K | CIC | Ca | Mg | K | Na | Al ³⁺ | Análisis granulométrico | | |
|------|-----|-----|-----|----|------|----|----|----------|-----|------------------|-------------------------|--------|-----------|
| | % | % | ppm | | | | | cmolc/kg | | | Arena % | Limo % | Arcilla % |
| 7,97 | 1 | 0,1 | 7,9 | 62 | 22,7 | 21 | 1 | 0,2 | 0,1 | 0 | 72,96 | 15,84 | 11,2 |

Tabla 4

Resultado de análisis de suelo después de la realización del proyecto

| pH | M.O | N | P | K | CIC | C | M | K | Na | Al ³⁺ | Análisis granulométrico | | |
|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|------------------|-------------------------|--------|-----------|
| | % | % | ppm | | | a | g | | | + | Arena % | Limo % | Arcilla % |
| 8,1 | 0,4 | 0,0 | 4,7 | 14 | 19, | | 0, | 0,3 | 0,0 | | 71,92 | 15,12 | 12,96 |
| | 1 | 2 | 9 | 7 | 8 | 19 | 6 | 8 | 5 | 0 | | | |

Resultados similares fueron encontrados por Espíritu (2018), realizó su trabajo de investigación en suelo de estudio de franco arenoso, y obtuvo muy buenos resultados con respecto al rendimiento y calidad de la adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays*) comparada con la variedad marginal 28 – T en la

provincia de Tocache. Así mismo, Hernández (2006), manifiesta que el maíz, por ser un cultivo temporal, absorbe muchos minerales del terreno en un periodo muy breve, para convertir en sustancias de reserva, como son las proteínas, carbohidratos, y aceites. Por lo tanto, requiere una alta demanda en fertilizantes, suelos, agua, y una adecuada gestión del cultivo. Por lo tanto, los suelos deben ser fértiles para un óptimo desarrollo del cultivo del maíz, con un elevado contenido de materia orgánica (2,5 a 4 %), pH aproximadamente de 7, planos y con un adecuado drenaje, para prevenir la acumulación de agua y facilitar una adecuada aireación.

4.2. Medir el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga

4.2.1. Desarrollo de la Planta

❖ Altura de las plantas a los 15 días

En la tabla 5, presenta la prueba de normalidad con el estadístico Kolmogorov-Smirnov (p -Valor $> 0,05$), indicándonos que existe evidencia estadística para afirmar que los datos tienen un comportamiento normal, así mismo se muestra la prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico Levene (p -Valor $> 0,05$), existiendo la evidencia estadística para afirmar que las varianzas de los datos recolectados son homogéneos, estas dos pruebas nos conllevan a un test paramétrico es el Análisis de Varianza (ANVA), donde efectivamente se puede percibir la diferencia entre las medias de los tratamientos con una respuesta altamente significativa (p -Valor $\leq 0,05$), en la altura de las plantas a los 15 días. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad fue de 7,50 %, estando en el rango aceptable para experimentos en campo y que no hubo mucha variabilidad en los datos, así mismo el efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la altura de la planta a los 15 días fue explicado por el coeficiente de determinación (R^2), alcanzando un valor del 86 %, estando en el rango aceptable y afirmando que nuestros datos analizados se ajustaron al modelo utilizado en el análisis de datos (tabla 6).

Tabla 5

Prueba de Normalidad y Homogeneidad para altura de planta (cm) a 15 días

| Variables | Prueba de Normalidad | | | Prueba de Homogeneidad | | |
|---|----------------------|----|---------|------------------------|----|---------|
| | Kolmogorov-Smirnov | | | Levene | | |
| | Estadístico | gl | p-Valor | Estadístico | gl | p-Valor |
| Valor Residual para la altura de plantas a los 15 días (cm) | 0,073 | 90 | 0,200 | 0,977 | 90 | 0,119 |

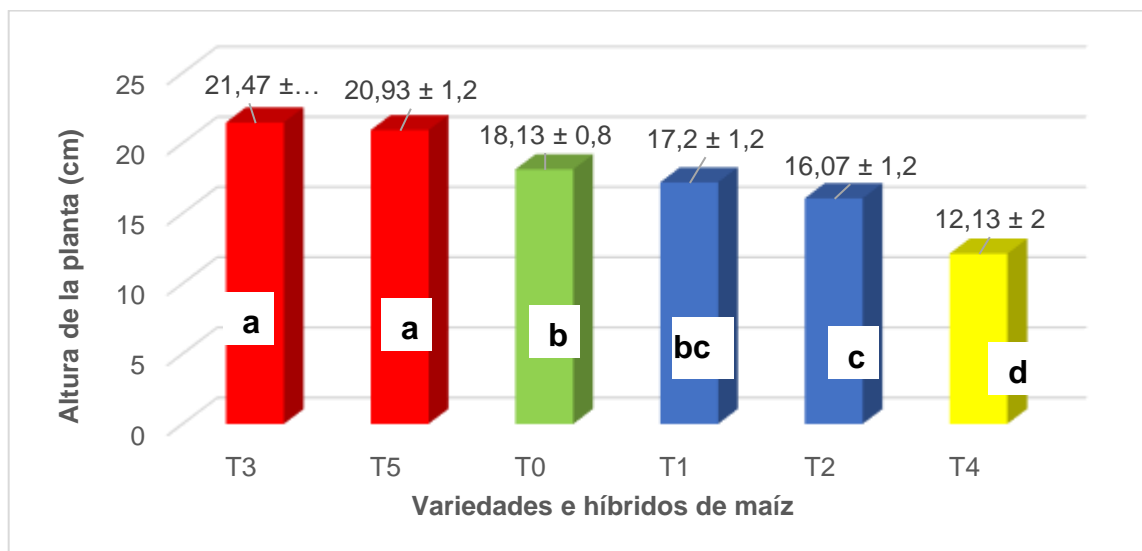
Tabla 6*Análisis de varianza de altura de las plantas a los 15 días*

| Fuente de Variabilidad | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor | Sig. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|---------|------|
| Bloques | 2 | 1,76 | 0,88 | 0,50 | 0,6078 | ns |
| Tratamientos | 5 | 880,86 | 176,17 | 100,52 | 0,0001 | ** |
| Error | 82 | 143,71 | 1,75 | | | |
| Total | 89 | 1026,32 | | | | |
| R ² = 86 % | | % C.V. = 7,50 | | a=0,05 | | |

Tabla 7*Altura de las plantas a los 15 días*

| Tratamientos | Altura de la planta a los 15 días (cm) | |
|---------------------------|--|-----|
| T3 (Maíz híbrido Dekalb) | 21,47 ± 1,2 | a |
| T5 (Maíz híbrido Impacto) | 20,93 ± 1,2 | a |
| T0 (Maíz criollo) | 18,13 ± 0,8 | b |
| T1 (Maíz híbrido Advanta) | 17,2 ± 1,2 | b c |
| T2 (Maíz híbrido Atlas) | 16,07 ± 1,2 | c |
| T4 (Maíz híbrido Altis) | 12,13 ± 1,2 | d |

* Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra no son significativos al 5 % de probabilidad por la prueba Tukey.

**Figura 8**

Evaluación a los 15 días del desarrollo de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga

Los tratamientos T3 (Maíz híbrido Dekalb), T5 (Maíz híbrido Impacto) y T0 (Maíz criollo), mostraron resultados más altos respecto a la altura de la planta, durante los primeros

15 días con promedios de 21,47 cm, 20,93 cm, y 18,13 cm, respectivamente; seguidos de los tratamientos del T1 (Maíz híbrido Advanta), T2 (Maíz híbrido Atlas) y T4 (Maíz híbrido Altis), mostrando los resultados más bajos con promedios de 17,2 cm, 16,07 cm, y 12,13 cm, respectivamente (tabla 7 y figura 8).

❖ **Altura de las plantas a los 30 días**

La tabla 8, presenta la prueba de normalidad aplicando el estadístico Kolmogorov-Smirnov (p -Valor $> 0,05$), existiendo la evidencia estadística de afirmar que los datos tienen un comportamiento normal, así mismo se muestra la prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico Levene (p -Valor $> 0,05$), evidenciando que las varianzas de los datos recolectados son homogéneos, prueba suficiente para realizar un test paramétrico, en este caso el Análisis de Varianza (ANVA), observándose la diferencia entre las medias de los tratamientos, siendo altamente significativa (p -Valor $\leq 0,05$), en la altura de las plantas a los 30 días. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad fue de 2,41 %, esta en el rango aceptable, e indicándonos la baja variabilidad de los datos, así mismo efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la altura de la planta a los 30 días fue explicado por el coeficiente de determinación (R^2), alcanzando un valor del 82 %, estando en el rango aceptable y afirmando que nuestros datos analizados se ajustaron al modelo utilizado en el análisis de datos (tabla 9).

Tabla 8

Prueba de Normalidad y Homogeneidad para altura de planta (cm) a 30 días

| Variables | Prueba de Normalidad | | | Prueba de Homogeneidad | | |
|--|----------------------|----|---------|------------------------|----|---------|
| | Kolmogorov-Smirnov | | | Levene | | |
| | Estadístico | gl | p-Valor | Estadístico | gl | p-Valor |
| Valor Residual para la altura de plantas a los 30 días (cm) | 0,069 | 90 | 0,200 | 2,103 | 90 | 0,073 |

Tabla 9

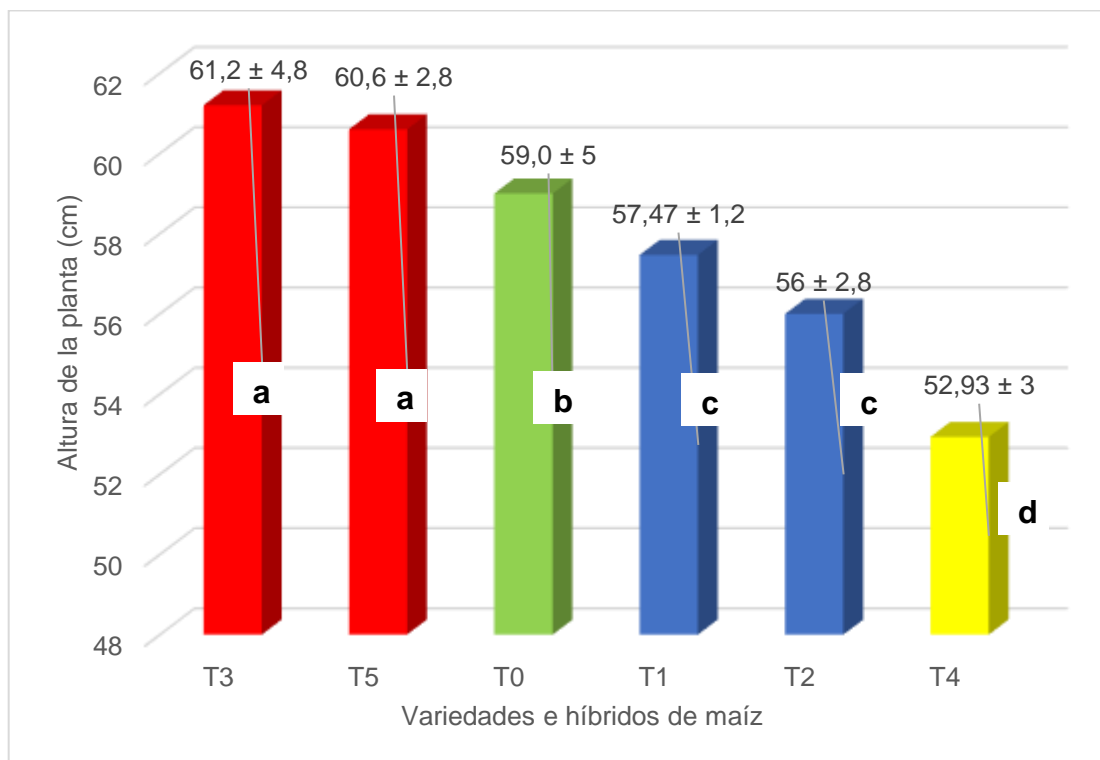
Análisis de varianza de altura de las plantas a los 30 días

| Fuente de Variabilidad | Grado de Libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | P- Valor | Sig. |
|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------|----------|------|
| Bloques | 2 | 1,07 | 0,53 | 0,27 | 0,7610 | ns |
| Tratamientos | 5 | 717,73 | 143,55 | 73,75 | 0,0001 | ** |
| Error | 82 | 159,60 | 1,95 | | | |
| Total | 89 | 878,40 | | | | |
| $R^2 = 82 \%$ | | % C.V. = 2,41 | | a=0,05 | | |

Tabla 10*Altura de las plantas a los 30 días*

| Tratamientos | Altura de la planta a los 30 días (cm) | |
|---------------------------|--|---|
| T3 (Maíz híbrido Dekalb) | 61,20 ± 4,8 | a |
| T5 (Maíz híbrido Impacto) | 60,60 ± 2,8 | a |
| T0 (Maíz criollo) | 59,00 ± 5 | b |
| T1 (Maíz híbrido Advanta) | 57,47 ± 1,2 | c |
| T2 (Maíz híbrido Atlas) | 56,00 ± 2,8 | c |
| T4 (Maíz híbrido Altis) | 52,93 ± 3 | d |

* Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra no son significativos al 5 % de probabilidad por la prueba Tukey

**Figura 9**

Evaluación a los 30 días del desarrollo de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga

En la tabla 10 y figura 9, se observa que los tratamientos T3 (Maíz híbrido Dekalb), T5 (Maíz híbrido Impacto) y T0 (Maíz criollo), siguen mostraron resultados más altos respecto a la altura de la planta a los 30 días, con promedios de 61,2 cm, 60,6 cm, y 59 cm, respectivamente; seguidos de los tratamientos del T1 (Maíz híbrido Advanta), T2

(Maíz híbrido Atlas) y T4 (Maíz híbrido Altis), mostrando los resultados más bajos con promedios de 57,47 cm, 56 cm, y 52,93 cm, respectivamente.

❖ **Altura de las plantas a los 45 días**

Se muestra en la tabla 11, la prueba de normalidad en el estadístico Kolmogorov-Smirnov (p -Valor $> 0,05$), evidencia estadística para afirmar el comportamiento normal de los datos, en la misma tabla se observa la prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el estadístico Levene (p -Valor $> 0,05$), demostrándonos que las varianzas de los datos recolectados son homogéneos, estas dos pruebas nos conllevan a una prueba paramétrica, que, en este caso es el Análisis de Varianza (ANVA), donde los resultados obtenidos arrojan que existe diferencia de medias en los tratamientos, encontrándose altamente significativa (p -Valor $\leq 0,05$), en la altura de las plantas a los 45 días. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad fue de 0,59 %, siendo de baja variabilidad y demostrándonos confianza en la recolección de datos, así mismo, el efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la altura de la planta a los 45 días fue explicado por el coeficiente de determinación" (R^2), que alcanzó un valor del 100 %, esto quiere decir el ajuste de nuestros datos al modelo utilizado en el análisis (tabla 12).

Tabla 11

Prueba de Normalidad y Homogeneidad para altura de planta (cm) a 45 días

| Variables | Prueba de Normalidad | | | Prueba de Homogeneidad | | |
|--|----------------------|----|---------|------------------------|----|---------|
| | Kolmogorov-Smirnov | | | Levene | | |
| | Estadístico | gl | p-Valor | Estadístico | gl | p-Valor |
| Valor Residual para la altura de plantas a los 45 días (cm) | 0,104 | 90 | 0,109 | 1,386 | 90 | 0,238 |

Tabla 12

Análisis de varianza de altura de las plantas a los 45 días

| Fuente de Variabilidad | Grado de Libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | P- Valor | Sig. |
|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------|----------|------|
| Bloques | 2 | 2,02 | 1,01 | 1,32 | 0,7610 | ns |
| Tratamientos | 5 | 22 111,26 | 4 422,25 | 5 776,32 | 0,0001 | ** |
| Error | 82 | 62,78 | 0,77 | | | |
| Total | 89 | 22 176,06 | | | | |
| $R^2 = 100 \%$ | | % C.V. = 0,59 | | a=0,05 | | |

Tabla 13
Altura de las plantas a los 45 días

| Tratamientos | Altura de la planta a los 45 días (cm) | |
|---------------------------|--|---|
| T3 (Maíz híbrido Dekalb) | 178,67 ± 4,8 | a |
| T5 (Maíz híbrido Impacto) | 149,60 ± 2,8 | b |
| T2 (Maíz híbrido Atlas) | 148,80 ± 5 | b |
| T0 (Maíz criollo) | 145,60 ± 1,2 | c |
| T4 (Maíz híbrido Altis) | 140,73 ± 2,8 | d |
| T1 (Maíz híbrido Advanta) | 126,27 ± 3 | e |

* Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra no son significativos al 5 % de probabilidad por la prueba Tukey

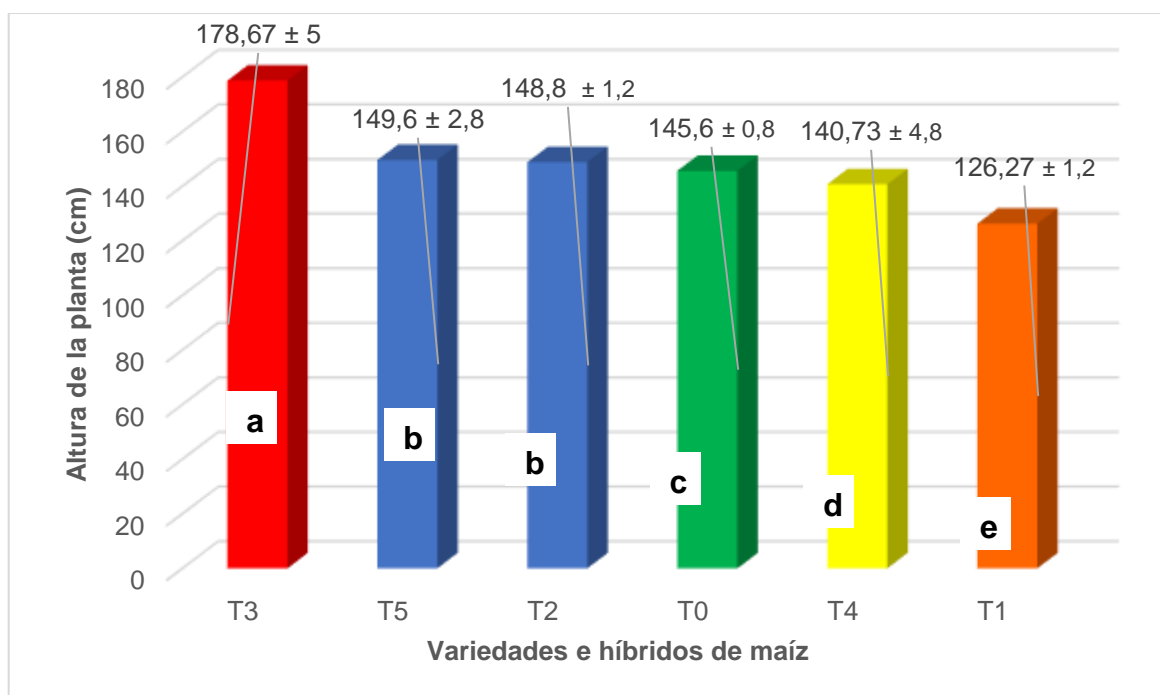


Figura 10
Evaluación a los 45 días del desarrollo de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga

En la tabla 13 y figura 10, se observa que el tratamiento T3 (Maíz híbrido Dekalb), con promedios de 178,67 cm, fue el que supero a los demás híbridos con relación a la altura de la planta, mientras que el T5 (Maíz híbrido Impacto) con 149,6 cm, es estadísticamente similares que el T2 (Maíz híbrido Atlas) con 148,8 cm. Siendo diferentes estadísticamente los tratamientos T0 (Maíz criollo), T4 (Maíz híbrido Altis) y

T1 (Maíz híbrido Advanta), mostrando los resultados más bajos con promedios de 145,6 cm, 140,73 cm, y 126,27 cm, respectivamente.

Resultados similares fueron encontrados por Espíritu (2018), realizó su trabajo de investigación en condiciones similares en Tocache con rangos de altura entre 100 a 179 cm, sin embargo, contrastan con los resultados obtenidos por Ydrogo Cubas (2020), trabajo realizado en Cajamarca, con valores superiores a nuestra investigación.

Hernández (2006), menciona que las variedades e híbridos muestran sus caracteres de altura de la planta, días a la floración y entre otros, por la inherencia propia de sus genes, y por las condiciones nutritivas del suelo. Así mismo, Monteros y Salvador (2014) y Gaytán Y Mayek (2010), corroboran que las plantas de maíz, aprovechan su eficiencia de sus recursos deseables, cuando poseen menos altura, mayor precocidad, demostrando en el rendimiento.

4.2.2. Días a la floración

En la tabla 14, se observa la prueba de normalidad del estadístico Kolmogorov-Smirnov ($p\text{-Valor} > 0,05$), para los días de la floración, se tiene prueba estadística de afirmar que el comportamiento de estos datos son normales, en la misma tabla se observa la prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el estadístico Levene ($p\text{-Valor} > 0,05$), esta prueba también nos demostró que las varianzas son homogéneas, al ver el comportamiento normal y las varianzas homogéneas nos conllevan a desarrollar una prueba paramétrica, siendo esta el Análisis de Varianza (ANVA), dichos resultados arrojan que existe diferencia entre las medias de los tratamientos, siendo altamente significativa ($p\text{-Valor} \leq 0,05$), en los días a la floración. El coeficiente de variabilidad fue de 1,13 %, reflejándonos poca variabilidad y demostrándonos confianza en la recolección de datos, así mismo, el efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre la altura de la planta a los 45 días fue explicado por el coeficiente de determinación (R^2), que alcanzó un valor del 99 %, esto quiere decir el ajuste de nuestros datos al modelo utilizado en el análisis (tabla 15).

Tabla 14

Prueba de Normalidad y Homogeneidad de días a la floración

| Variables | Prueba de Normalidad | | | Prueba de Homogeneidad | | |
|--|----------------------|----|---------|------------------------|----|---------|
| | Kolmogorov-Smirnov | | | Levene | | |
| | Estadístico | gl | p-Valor | Estadístico | gl | p-Valor |
| Valor Residual para días a la floración (Nº) | 0,079 | 90 | 0,200 | 3,930 | 90 | 0,300 |

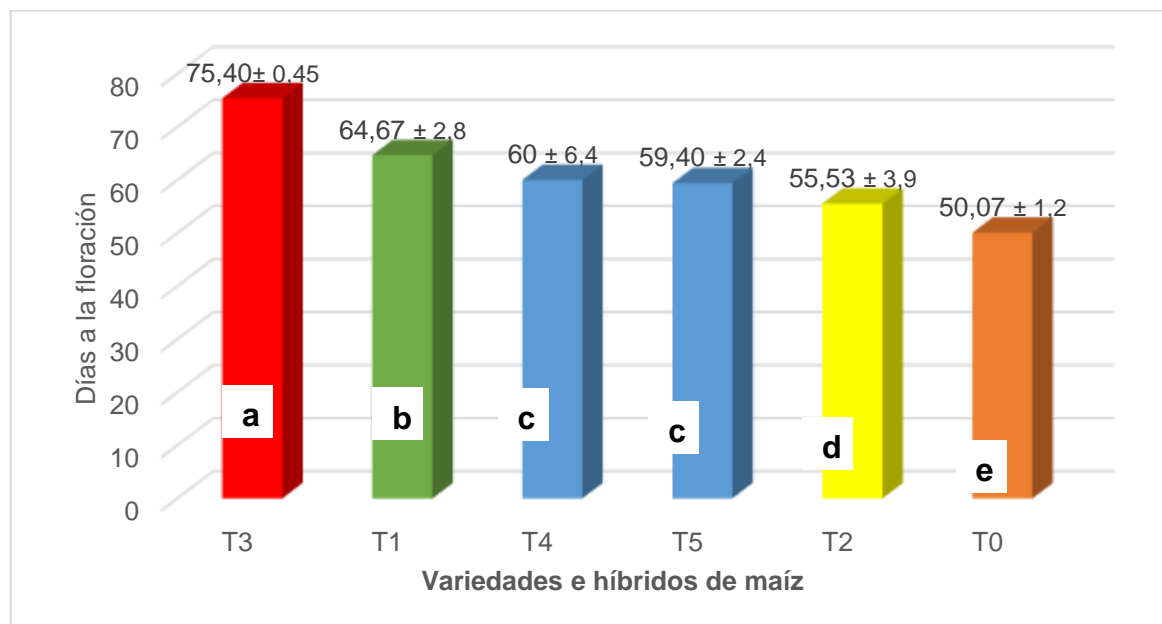
Tabla 15*Análisis de varianza de días a la floración*

| Fuente de Variabilidad | Grados de Libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | P- Valor | Sig. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|----------|----------|------|
| Bloques | 2 | 0,62 | 0,31 | 0,66 | 0,5189 | ns |
| Tratamientos | 5 | 5 604,62 | 1 120,92 | 2 382,61 | 0,0001 | ** |
| Error | 82 | 38,58 | 0,47 | | | |
| Total | 89 | 5 643,82 | | | | |
| R ² = 99 % | | % C.V. = 1,13 | | a=0,05 | | |

Tabla 16*Días a la floración de las diferentes variedades e híbridos de maíz*

| Tratamientos | Días a la floración |
|---------------------------|---------------------|
| T3 (Maíz híbrido Dekalb) | 75,40± 0,45 a |
| T1 (Maíz híbrido Advanta) | 64,67 ± 2,8 b |
| T4 (Maíz híbrido Altis) | 60,00 ± 6,4 c |
| T5 (Maíz híbrido Impacto) | 59,40 ± 2,4 c |
| T2 (Maíz híbrido Atlas) | 55,53 ± 3,9 d |
| T0 (Maíz criollo) | 50,07 ± 1,2 e |

* Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra no son significativos al 5 % de probabilidad por la prueba Tukey

**Figura 11***Evaluación de las variedades e híbridos de maíz a cuantos días florecen*

En la tabla 16 y figura 11, se observa que el tratamiento T3 (Maíz híbrido Dekalb), con promedios de 75,40 días, fue el que demora más días en florear en comparación de los demás híbridos, siendo diferentes estadísticamente a los demás tratamientos T1 (Maíz híbrido Advanta) con 64,67 días, el T4 (Maíz híbrido Altis) con 60 días, siendo este último estadísticamente igual que el T5 (Maíz híbrido Impacto) con 59,40 días, a comparación del T2 (Maíz híbrido Atlas) con 55,53 días y el T0 (Maíz criollo) con 50 días a la floración.

Estos resultados concuerdan con lo que menciona Hernández (2006), "que las variedades e híbridos muestran sus caracteres de altura de la planta, días a la floración y entre otros, por la inherencia propia de sus genes, y por las condiciones nutritivas del suelo". y "estas reacciones genéticas se vincularon con las condiciones nutritivas del terreno para generar el 50% de la floración desde los 53,35 a 54,83 días posteriores a la siembra". De igual manera, Gaytán y Mayek (2010) corroboran que las plantas de maíz aprovechan sus recursos disponibles cuando poseen una altura baja y una precocidad elevada, lo cual se manifiesta en su productividad.

Coinciden nuestros resultados con otros estudios de Espíritu (2018), que en su investigación el tratamiento T5 (ATLAS 105) floreo a los 54,83 días, a comparación del testigo variedad Marginal 28 o criollo. Mientras, que nuestra investigación discrepa con los resultados obtenidos por Ydrogo Cubas (2020), trabajo realizado en Cajamarca, con valores superiores a nuestra investigación, el cual el híbrido Dekalb 7508 fluctuaron entre 96 y 93 días.

4.2.3. Número de mazorcas

Se observa en la tabla 17, se observa la prueba de normalidad del estadístico Kolmogorov-Smirnov (p -Valor $> 0,05$), para número de mazorcas, con evidencia estadística para afirmar que el comportamiento de estos datos recolectados son normales, en la misma tabla se observa la prueba de homogeneidad de varianzas, que se hizo el test estadístico Levene (p -Valor $> 0,05$), prueba que demuestra las varianzas homogenios, al asumir un comportamiento normal y varianzas homogenias, se desarrolla una prueba estadística, la recomendada es el Análisis de Varianza (ANVA), este analisis arrojan que existe diferencia entre las medias de los tratamientos, siendo altamente significativa (p -Valor $\leq 0,05$), en el número de mazorcas. El coeficiente de variabilidad fue de 13,81 %, esta en el rango aceptable para experimentos en campo y demuestra confianza en la recolección de datos, así mismo, el efecto de la variable independiente (Híbridos de maíz) sobre el numero de mazorcas fue explicado por el coeficiente de determinación (R^2), que alcanzó un valor del 80 %, esto quiere decir el ajuste de nuestros datos al modelo utilizado en el análisis (tabla 18).

Tabla 17*Prueba de Normalidad y Homogenidad para número de mazorcas*

| Variables | Prueba de Normalidad | | | Prueba de Homogenidad | | |
|---|----------------------|----|---------|-----------------------|----|---------|
| | Kolmogorov-Smirnov | | | Levene | | |
| | Estadístico | gl | p-Valor | Estadístico | gl | p-Valor |
| Valor Residual para número de mazorcas (N°) | 0,172 | 90 | 0,520 | 3,321 | 90 | 0,091 |

Tabla 18*Análisis de varianza de número de mazorcas*

| Fuente de Variabilidad | Grados de Libertad | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | P- Valor | Sig. |
|------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|----------|------|
| Bloques | 2 | 0,02 | 0,01 | 0,16 | 0,8528 | ns |
| Tratamientos | 5 | 25,56 | 5,11 | 73,39 | 0,0001 | ** |
| Error | 82 | 38,58 | 0,07 | | | |
| Total | 89 | 5 643,82 | | | | |
| R ² = 80 % | | % C.V. = 13,81 | | a= 0,05 | | |

Tabla 19*Número de mazorcas de las diferentes variedades e híbridos de maíz*

| Tratamientos | Número de mazorcas por planta | |
|---------------------------|-------------------------------|---|
| T2 (Maíz híbrido Atlas) | 2,80± 0,02 | a |
| T1 (Maíz híbrido Advanta) | 2,00 ± 0,5 | b |
| T5 (Maíz híbrido Impacto) | 2,00 ± 0,45 | b |
| T3 (Maíz híbrido Dekalb) | 2,00 ± 0,00 | b |
| T4 (Maíz híbrido Altis) | 1,67 ± 0,02 | c |
| T0 (Maíz criollo) | 1,00 ± 0,03 | d |

* Promedio y error estándar (n= 3) seguido por la misma letra no son significativos al 5 % de probabilidad por la prueba Tukey

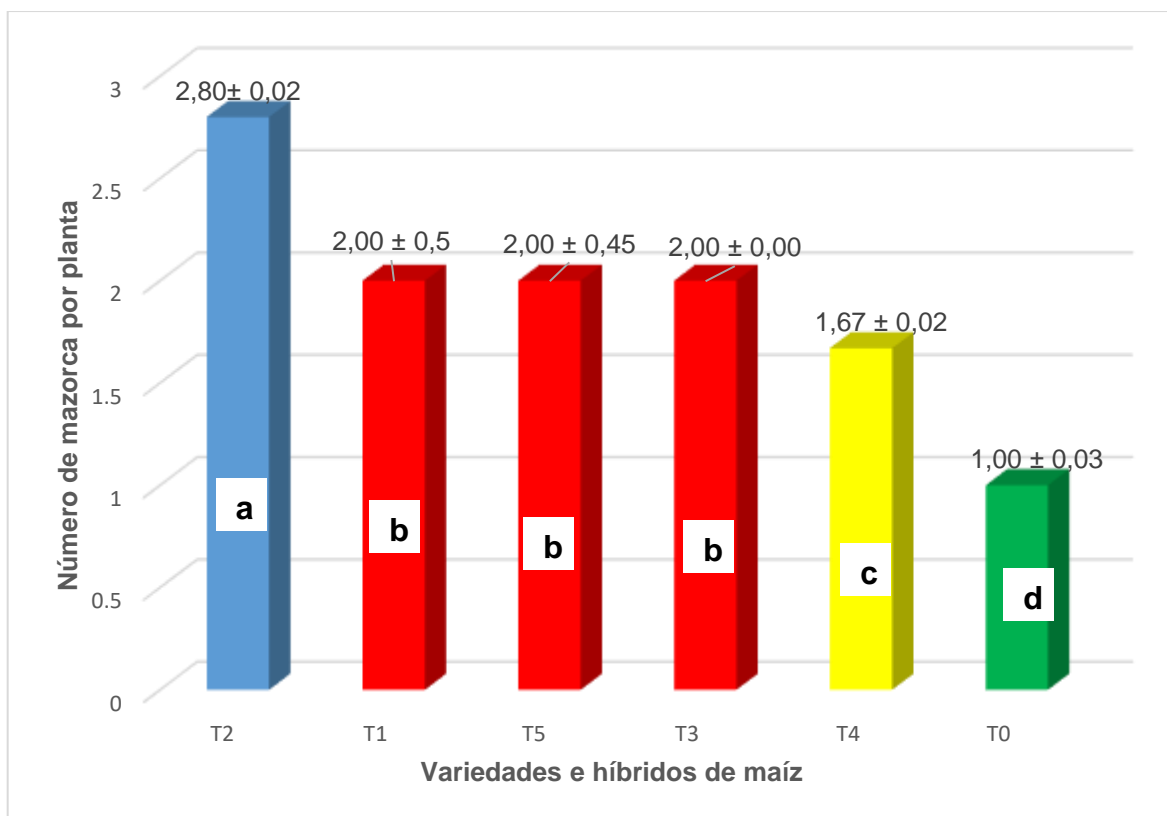


Figura 12

Número de mazorcas de las variedades e híbridos de maíz

El tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas), registro el mayor número de mazorcas con un promedio de 2,80, siendo estadísticamente diferente que los demás tratamientos T4 (Maíz híbrido Altis) y T0 (Maíz criollo) con 1,67 y 1 mazorca en promedio por planta, respectivamente. Así mismo, los tratamientos T1 (Maíz híbrido Advanta), T5 (Maíz híbrido Impacto), T3 (Maíz híbrido Dekalb), son estadísticamente igual con promedio de 2 mazorcas por planta (Tabla 19 y figura 12).

No obstante, Tananta (2014) señala que, en su proyecto de investigación, que el cultivo de maíz descubrió que, a mayor distanciamiento, el cultivo consigue generar mazorca por planta; se debe a diversas causas, incluyendo la interferencia de las condiciones climáticas.

4.2.4. Rendimiento

Se presenta el análisis de varianza (ANVA), los rendimientos entre las diferentes variedades e híbridos de maíz, con el 95% de confianza, se tiene la evidencia estadística de afirmar que existe diferencias significativas entre los tratamientos (p-Valor 0,05). Por otra parte, el coeficiente de determinación R^2 alcanzó un valor muy próximo al 97 %, siendo muy influyente la variable independiente (híbridos de maíz) sobre el rendimiento

mientras que el coeficiente de variabilidad fue del 5,49 %, mostrándonos poca variabilidad en los datos (Tabla 20).

Tabla 20

Análisis de varianza de los rendimientos entre las diferentes variedades e híbridos de maíz

| F.V. | G.L. | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | P- Valor | Sig. |
|---------------|------|-------------------|------------------|---------|----------|------|
| Bloques | 2 | 1131,20 | 565,60 | 0,00 | 0,9974 | ns |
| Tratamientos | 5 | 71 741 601,92 | 14 348 320,38 | 66,06 | 0,0001 | ** |
| Error | 10 | 2 1720 097,41 | 217 203,74 | | | |
| Total | 17 | 73 914 770,53 | | | | |
| $R^2 = 97 \%$ | | % C.V. = 5,49 | | a= 0,05 | | |

Tabla 21

Rendimientos entre las diferentes variedades e híbridos de maíz

| Tratamientos | Rendimiento en kg |
|---------------------------|---------------------|
| T2 (Maíz híbrido Atlas) | 11 769,23 ± 0,11 a |
| T5 (Maíz híbrido Impacto) | 9 311,19 ± 0,19 b |
| T1 (Maíz híbrido Advanta) | 8 930,07 ± 0,24 b |
| T3 (Maíz híbrido Dekalb) | 8 256,41 ± 0,13 b c |
| T4 (Maíz híbrido Altis) | 7 540,79 ± 0,02 c |
| T0 (Maíz criollo) | 5 122,96 ± 0,00 d |

* Promedio y error estándar (n=3) seguido por la misma letra no son significativos al 5 % de probabilidad por la prueba Tukey

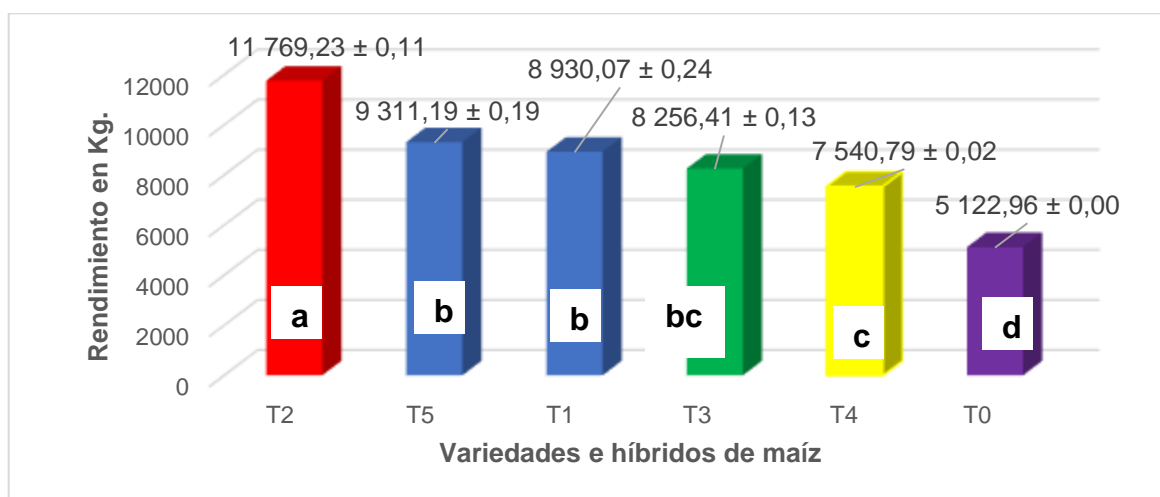


Figura 13

Rendimiento en kg de las variedades e híbridos de maíz

En la figura 13, se observa que el tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas), registro el mayor rendimiento con un promedio de 11 769,23 kg/ha⁻¹, seguidamente se encuentra el

tratamiento T5 (Maíz híbrido Impacto) siendo estadísticamente igual que el T1 (Maíz híbrido Advanta), con 9 311,19 kg/ha⁻¹, y 8 930,07 kg/ha⁻¹ respectivamente. Luego el tratamiento T3 (Maíz híbrido Dekalb), T4 (Maíz híbrido Altis) y T0 (Maíz criollo) con promedios de 8 256,41 kg/ha⁻¹, 7 540,79 kg/ha⁻¹, y 5 122,96 kg/ha⁻¹ respectivamente.

Gordón-Mendoza (2006), manifiesta que el maíz, para su adaptabilidad, tiene mucho que ver las variaciones del ambiente, y las altas precipitaciones pluviales que existe en la zona a donde se está instalando el cultivo, y esto inicia desde la formación de las flores hasta la cosecha, y depende mucho de la variedad e híbrido que se está sembrando. Y durante esos procesos fenológicos, la precipitación incide en un 70% hasta el inicio de la floración, y el resto el 30%, hasta la cosecha, lo que significa que debe existir una variación total de 500 a 700 mm de precipitación. Además, esto afecta de manera directa a la polinización causando pérdidas de flores, y como efecto disminución en la producción. Basándonos en este análisis, consideramos que los híbridos evaluados hayan experimentado escasa variación en los rasgos biométricos, por la interacción genotipo-medio ambiental.

Los resultados del estudio tienen la misma tendencia con los resultados obtenidos por Espíritu (2018), puesto que, en sus investigaciones se observa que el híbrido que supero estadísticamente a los demás, fue el Atlas en relación al rendimiento, siendo estadísticamente diferente a los diferentes híbridos estudiados y al testigo que es el marginal 28 o criollo.

Al igual que INIA (2010), en sus estudios reportaron que la variedad Marginal 28 – T, en la localidad de Carhuapoma – Bellavista obtuvieron rendimientos de 5,502 t/ha⁻¹, parecidos a nuestros resultados. Además, Paredes (2009), reportó que Marginal 28 – Tropical o criollo, se encuentra en el último lugar con un rendimiento de 5,016 kg/ha⁻¹, siendo este resultado similar a nuestra investigación, a comparación a los demás híbridos estudiados.

4.3. Determinar el tratamiento óptimo (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga



Figura 14

Prueba de Tukey ($P < 0,05$), comparación de desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos

En la figura 14, se pudo observar el desarrollo y rendimiento de los 05 híbridos a comparación del testigo (maíz criollo). El tratamiento que mejor resultado se obtuvo fue el tratamiento T2 (Híbrido Atlas), que demostró mejor rendimiento y desarrollo en la adaptabilidad en los suelos de Alto Huallaga, provincia de Tocache, con un rendimiento promedio de 11 769 kg/ha⁻¹, floreo a los 55,53 días, alcanza una altura de 148,8 cm a los 45 días después de la siembra y obtuvo un promedio de 2 mazorcas por planta. Así mismo, el tratamiento T5 (Maíz híbrido Impacto), con un rendimiento de 9 311,16 kg/ha⁻¹, floreo a los 59,40 días, alcanza una altura de 149,6 cm a los 45 días después de la siembra y obtuvo un promedio de 2 mazorcas por planta. Seguidamente, se encuentra el T1 (Maíz híbrido Advanta), con 8 930,07 kg/ha⁻¹, floreo a los 64,67 días, alcanzó una altura de 126,27 cm a los 45 días después de la siembra y obtuvo un promedio de 2 mazorcas por planta. Luego el tratamiento T3 (Maíz híbrido Dekalb) con promedios de 8 256,41 kg/ha⁻¹, floreo a los 75,40 días, alcanza una altura de 178,67 cm a los 45 días, y obtuvo un promedio de 2 mazorcas por planta. Y el T4 (Maíz híbrido Altis) con rendimiento promedio de 7 540,79 kg/ha⁻¹, floreo a los 60 días, alcanzó una altura a los 45 días de 140,73 cm, y obtuvo 1,67 mazorcas por planta, y, por último, el tratamiento T0 (Maíz criollo) con rendimiento promedio de 5 122,96 kg/ha⁻¹, floreo a los 50 días,

alcanzó una altura de 145,6 cm en 45 días desde la siembra y obtuvo una mazorca por planta.

Guamán et al. (2020), mencionó que la adaptabilidad de una planta y sobre todo del cultivo de maíz, depende de la zona agroclimática donde se ha establecido, y esta tiene influencia para que exprese los rasgos fenotípicos y genotípicos que posee, y así el híbrido se desarrolle y exprese el rendimiento productivo.

Los resultados del estudio tienen la misma tendencia con los resultados obtenidos por Espíritu (2018), puesto que, en sus investigaciones los híbridos tienen mayor adaptabilidad respecto al tratamiento testigo que es un maíz criollo. Además, el híbrido quien obtuvo mayor rendimiento fue el Atlas, siendo estadísticamente diferente a los diferentes híbridos estudiados y al testigo que es el marginal 28 o criollo.

CONCLUSIONES

1. Los suelos del proyecto de investigación, fueron moderadamente alcalinos con un valor de pH promedio 7,95 y los valores de conductividad eléctrica variaron de 0,02 a 0,03 mS/m (media = 0,025), con proporción de partículas minerales en el área de estudio; para la arena la media fue de 72,44 %, para el limo de 15,48 %, y la arcilla de 12,08 % respectivamente; el suelo del área de estudio fue Franco Arenoso.
2. En el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto el tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas) demostró mejor rendimiento y desarrollo en la adaptabilidad en los suelos de Alto Huallaga, provincia de Tocache, seguido del T5 (Maíz híbrido Impacto), T1 (Maíz híbrido Advanta), T3 (Maíz híbrido Dekalb), T4 (Maíz híbrido Altis), a comparación del testigo T0 (Maíz criollo).
3. El tratamiento óptimo (variedad de maíz híbrido) en el desarrollo y rendimiento de los cinco híbridos de maíz producidos en el Alto Huallaga, fue el tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas), que demostró mejor rendimiento y desarrollo en la adaptabilidad en los suelos de Alto Huallaga, con un rendimiento promedio de 11 769 kg/ha⁻¹, floreo a los 55,53 días, alcanzó una altura de 148,8 cm a los 45 días después de la siembra y obtuvo un promedio de 2 mazorcas por planta.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda investigar al tratamiento T2 (Maíz híbrido Atlas), con diferentes densidades de siembra, para así determinar cuál es la mejor para ese híbrido.
2. Seguir evaluando diferentes híbridos utilizados en la zona, para determinar la adaptabilidad de ellas, en diferentes fechas de siembra para así establecer mejores épocas de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales, 30(2), 113-120. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Agudelo Viana, L. G., y Aigner Aburto, J. M. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. Revista en Ciencias Sociales, Universidad de Antioquia. <http://hdl.handle.net/10495/2622>
- Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M. W., Christenhusz, M. J., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., y Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical journal of the Linnean Society, 181 (1), 1 - 20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Briceño-Yen, H. (2019). Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones edafoclimáticas del CIFO UNHEVAL - Huánuco 2018. Revista Investigación Agraria, 1 (1), 61 - 66. <https://doi.org/10.47840/ReInA20198>
- Borroel García, V. J., Salas Pérez, L., Ramírez Aragón, M. G., López Martínez, J. D., y Luna Anguiano, J. (2018). Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. Terra Latinoamericana, 36 (4), 423 - 429. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.281>
- Chang, A., Pile, E., Rodríguez, A., y Saldaña, J. (2021). Evaluación del desarrollo y rendimiento de seis híbridos de maíz de grano amarillo en Higueral, Chepo, Panamá. Revista Semilla del Este, 2 (1), 12 - 18. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/2461
- Espíritu, M. T. (2019). Adaptabilidad de seis cultivares híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays*) comparada con la variedad marginal 28-T en la provincia de Tocache, departamento San Martín. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3322>
- Fabián, N. H., Luis, D. B., y Tirado, R. H. (2020). Comparativo de rendimiento en híbridos nacionales e internacionales de maíz bajo condiciones del valle de Pativilca, Lima, Perú. Peruvian Agricultural Research, 2 (2). <https://doi.org/10.51431/par.v2i2.643>
- Figuroa, Y., y Valdera, A. (2021). Estimación de rendimiento de veinte híbridos experimentales simples con tres testigos comerciales de maíz amarillo duro (*Zea*

- Mays L.*), en la parte media del Valle Chancay–Lambayeque, 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10054>
- FIRA - Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2016). Panorama agroalimentario. México: Dirección de investigación y evaluación económica sectorial. Maíz 2016.
- Gaytán, R., y Mayek, N. (2010). Heterosis en híbridos de maíz producidos de cruzamientos entre progenitores de Valles Altos x Tropicales. *Investigación y Ciencia*, 18 (48), 4 - 8. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67413203002.pdf>
- Gómez-Ariza, M., y López-Granados, F. (2009). Monitorización del rendimiento agrícola mediante teledetección. *Ingeniería del agua*, 16 (2), 103 – 1.
- Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á. F., Ulloa Cortázar, S. M., y Romero Salguero, E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7 (2), 47 - 56. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Gordón-Mendoza, R., Camargo-Buitrago, I., Franco-Barrera, J., y Saavedra, A. G. (2006). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero, Panamá. *Agronomía Mesoamericana*, 189 - 199.
- Huaytalla, G.M. (2015). Efecto de la aplicación de ácido húmico al suelo y foliar, sobre el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) híbrido Star en valle del bajo de Piura. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/386/AGRON-HUA-PAR-15.pdf?sequence=1>
- Hernández Ordóñez, J. J. (2006). Evaluación de dieciseis variedades de maíz (*Zea mays L.*) normal y de alta calidad de proteína en cinco ambientes de Nicaragua. (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- J-Cruz, W. (2019). Variabilidad genética de *Phytelephas macrocarpa* (Arecaceae) mediante marcadores ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) en seis poblaciones naturales de la región San Martín. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3588>
- MacRobert, J., Setimela, P., Gethi, J., y Worku, W. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México, D.F.: Centro Internacional de Mejoramiento del

Maíz y de Trigo (CIMMYT).
<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MIDAGRI (2021). Atlas de la superficie agrícola del Perú. Dirección general de estadística, seguimiento y evaluación de políticas. Ed. OLCAPA S.A.C., Lima, Peru. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4895>
- MINAM. (2014). Guía para Muestreo de Suelos (en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo). Perú. 39 pp. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12104/07_guia-para-el-muestreo-de-suelos-final.pdf
- MINAM (2018). Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad. Ed. Ministerio del Ambiente. GRUPO RASO: Lima, Perú. ISBN: 978-612-4174-31-5. <https://ebin.pub/qdownload/linea-de-base-de-la-diversidad-genetica-del-maiz-peruano-zea-mays-con-fines-de-bioseguridad-9786124174315.html>
- Monteros Guerrero, A., y Salvador Saráuz, S. (2014). Rendimiento de maíz duro seco en verano. Quito: Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Narro, L. A., y Arcos, A. L. (2010). Genetics of aluminum-induced callose formation in maize roots, a selection trait for aluminum resistance. *Crop Science*, 50 (5), 1848 - 1853. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.11.0651>
- Olazo, E.R. (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 de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3796/000001947T.pdf?sequence=1>
- Rimache, A. M. (2008). Cultivo de maíz. Empresa Edith Macro. Primera Edición. ISBN: 9786034007888. <https://editorialmacro.com/catalogo/cultivo-de-maiz/>
- Rodríguez Tachack, L. E. (2017). La realidad aumentada como estrategia de enseñanza de la taxonomía de especies vegetales arbóreas. [Tesis de maestría,

Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63099>

- Ruiz, I. C., Calvo, T. W. J., Monteza, R. T., Cobeñas, Y. C. F., y Cajusol, A. V. (2020). Características agronómicas, componentes de producción y rendimiento de grano de híbridos de maíz (*Zea mays*). *Manglar*, 17 (3), 261 - 267.
<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/184>
- Sánchez, I. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología)*, 7 (2).
<http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/1739>
- Soto, C. S. T., Arce, V. V., y León, L. A. N. (2019). Estabilidad de rendimiento y adaptabilidad de híbridos de maíz tolerantes a suelos ácidos en base a las características del análisis GGE biplot. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11 (1).
<https://revistasolnx.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1081>
- Velasco Macias, S., Tadeo Robledo, M., Espinosa Calderón, A., Zaragoza Esparza, J., Canales Islas, E., y Coutiño Estrada, B. (2022). Rendimiento de grano, forraje y calidad forrajera de nuevos híbridos de maíz de Valles Altos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13 (1), 77 - 87.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2398>
- Ydrogo, M. J. (2020). Evaluación de siete híbridos y una variedad de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en el Centro Poblado de Yatun, provincia de Cutervo, Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9903>
- Zamora, R. B., Barreto, A. V., Vines, J. F., Parrales, F. S., Mendoza, J. P., y Macías, S. T. (2018). Crecimiento y producción del maíz, *Zea mays* L. en huertos biointensivos y convencionales en Lodana, Manabí, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3 (4), 3 - 7.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7355319>

ANEXOS

Anexo 01. Mapa de ubicación del proyecto de investigación

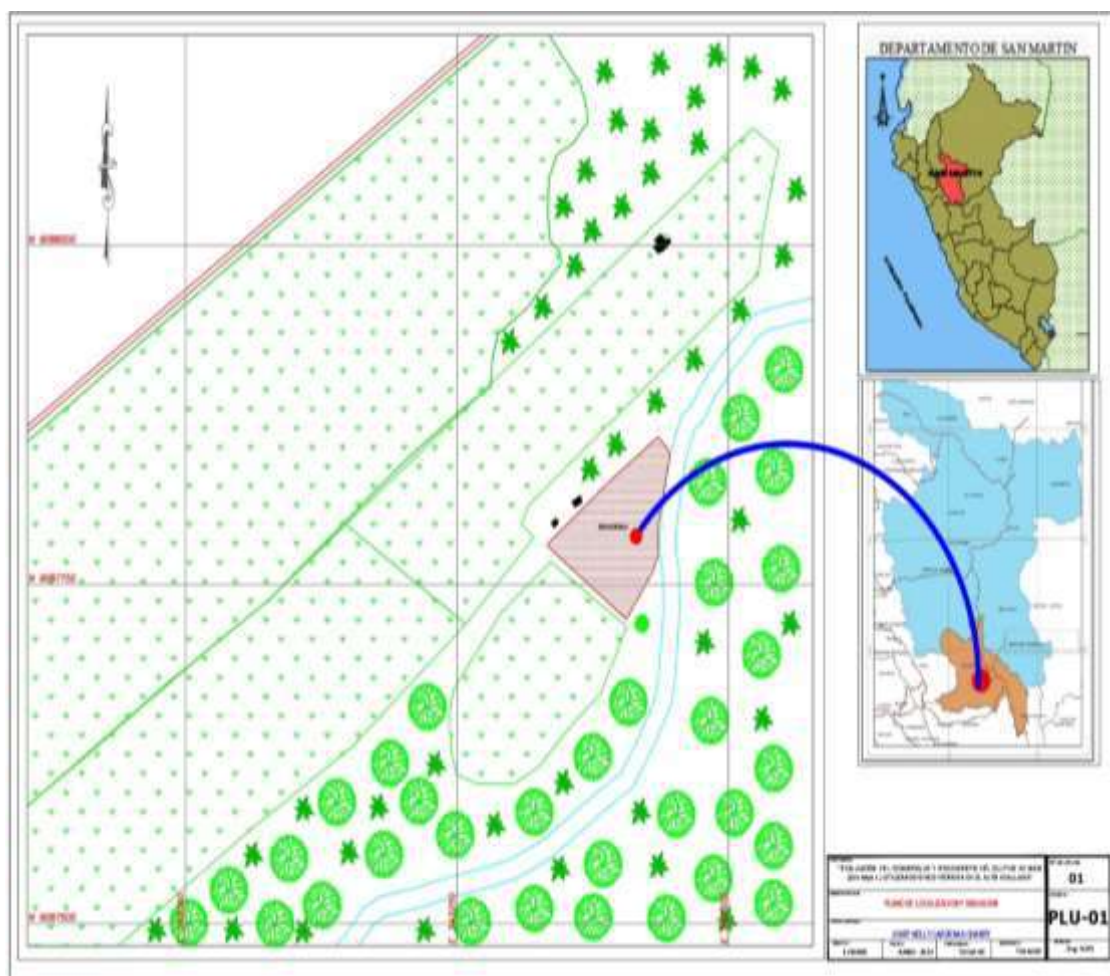


Figura 15

Ubicación del proyecto de investigación

Anexo 2. Distribución del diseño de investigación

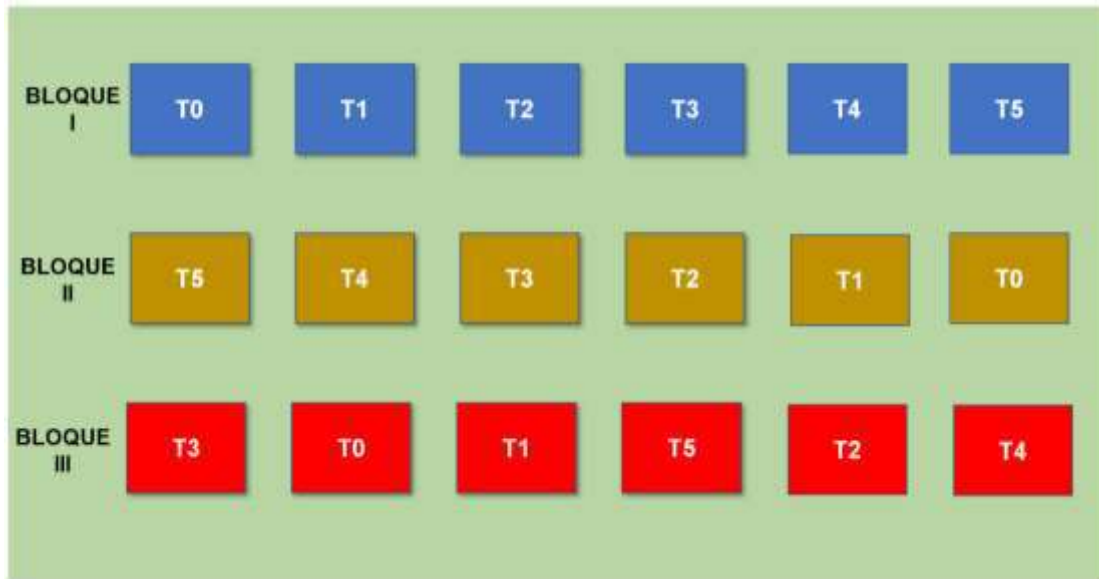


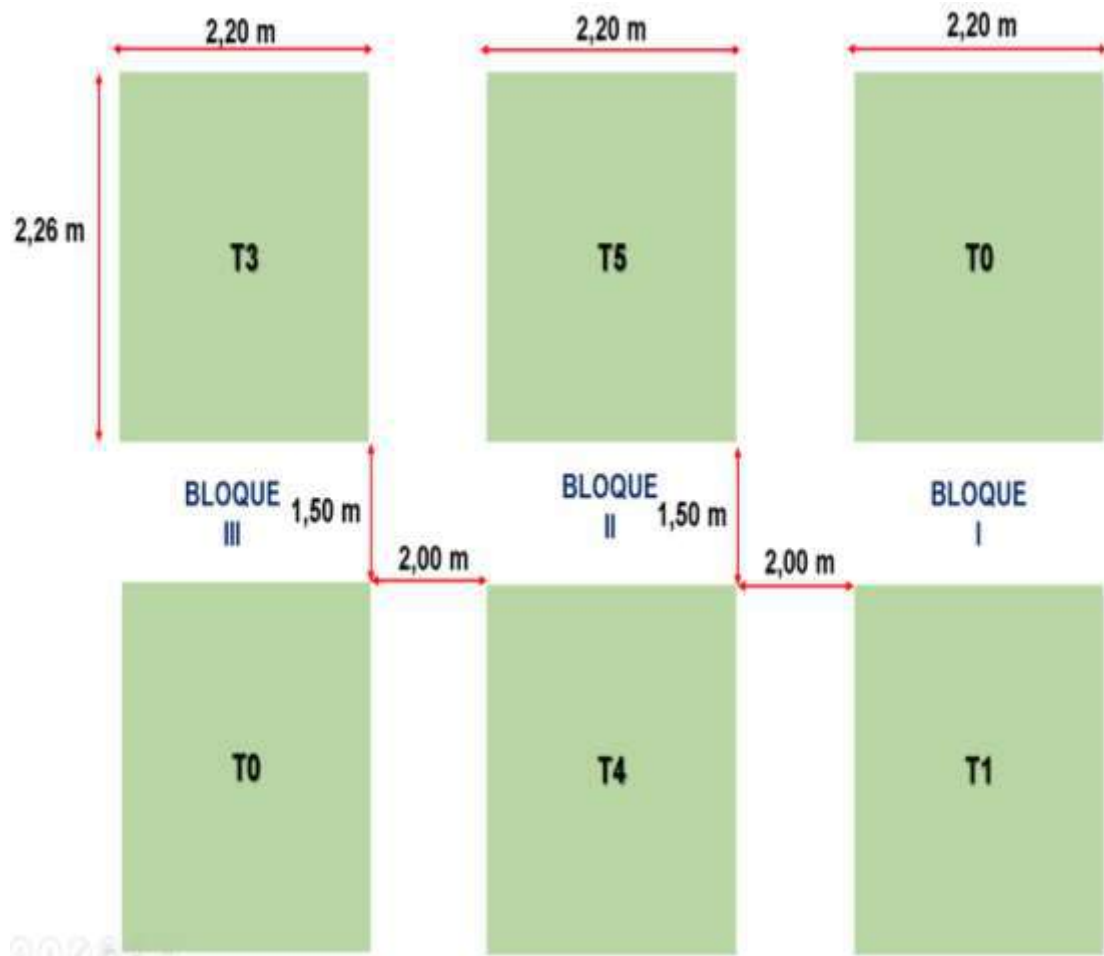
Figura 16

Distribución del diagrama de bloques completamente al azar

Tabla 22

Tratamientos e híbridos de maíz utilizados en la investigación

| Tratamiento | Código | Descripción |
|-------------|----------------|----------------------|
| 1 (Testigo) | T ₀ | Maíz criollo |
| 2 | T ₁ | Maíz híbrido Advanta |
| 3 | T ₂ | Maíz híbrido Atlas |
| 4 | T ₃ | Maíz híbrido Dekalb |
| 5 | T ₄ | Maíz híbrido Altis |
| 6 | T ₅ | Maíz híbrido Impacto |

Anexo 3. Dimensiones de las parcelas experimentales

Anexo 4. Ficha de evaluación

| CÓDIGO | TRATAMIENTO | BLOQUES | PORCENTAJE DE GERMINACIÓN (%) | ALTURA DE PLANTA (cm) | | | NUMERO DE MAZORCAS | PESO DE MAZORCAS (kg) | PESO FINAL (kg) |
|--------|-------------|---------|-------------------------------|-----------------------|---------|---------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| | | | | 15 días | 30 días | 45 días | | | |
| M1-B1 | T0 | 1 | | | | | | | |
| M2-B1 | T1 | 1 | | | | | | | |
| M3-B1 | T2 | 1 | | | | | | | |
| M4-B1 | T3 | 1 | | | | | | | |
| M5-B1 | T4 | 1 | | | | | | | |
| M6-B1 | T5 | 1 | | | | | | | |
| M1-B2 | T0 | 2 | | | | | | | |
| M2-B2 | T1 | 2 | | | | | | | |
| M3-B2 | T2 | 2 | | | | | | | |
| M4-B2 | T3 | 2 | | | | | | | |
| M5-B2 | T4 | 2 | | | | | | | |
| M6-B2 | T5 | 2 | | | | | | | |
| M1-B3 | T0 | 3 | | | | | | | |
| M2-B3 | T1 | 3 | | | | | | | |
| M3-B3 | T2 | 3 | | | | | | | |
| M4-B3 | T3 | 3 | | | | | | | |
| M5-B3 | T4 | 3 | | | | | | | |
| M6-B3 | T5 | 3 | | | | | | | |

Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga

por JOSEP NELLY CARDENAS CHARRY

Fecha de entrega: 03-mar-2025 04:31p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2582407044

Nombre del archivo: Josep_N_Cardenas_Charry_Inf_de_tesis_260225.docx (5.44M)

Total de palabras: 11987

Total de caracteres: 63153

Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) utilizando cinco híbridos en el Alto Huallaga

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 18% | 17% | 4% | 7% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|-----------|--|---------------|
| 1 | tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet | 4% |
| 2 | repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 3 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 3% |
| 4 | Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante | 2% |
| 5 | revistadigital.uce.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 7 | cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 8 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | <1% |
| 9 | revistas.up.ac.pa Fuente de Internet | <1% |
| 10 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | <1% |
| 11 | repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet | <1% |