

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia de la variabilidad climática en la fenología
de los sistemas productivos del maíz, en la región
de Junín del 2004-2014**

Katerine Rosa Canchapoma Palomino

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Anieval Peña Rojas –
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 19 de Octubre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos del maíz, en la región de Junín del 2004 -2014

Autores:

1. Katerine Rosa Canchapoma Palomino – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

Filtro de exclusión de bibliografía SI NO

Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 15

Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

ASESOR

PhD. Anieval Peña Rojas

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por la vida que me regala a lado de mis padres, hermanos y novio, siendo ellos un apoyo inquebrantable en cada etapa de mi vida, la inspiración y sobre todo por su esfuerzo, consejos, enseñanzas y por la confianza que me dieron para conquistar un sueño que hoy es una realidad.

Muchas gracias a cada uno de ustedes, mi amada familia.

DEDICATORIA

A mi papá, mamá, hermano, hermana y novio, que han sido la inspiración para conquistar cada desafío de la vida, este agradecimiento en especial a mis padres quienes se esforzaron para brindarme todo hasta quedarse con deuda con ellos mismos, pero decirles que gracias a esos esfuerzos e culminado esta etapa universitaria.

A mi mamita Teodolinda, que siempre está a mi lado y se hace presente en los pasos que voy dando día a día, te llevaré siempre en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

ASESOR.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.4.1. Justificación social.....	3
1.4.2. Justificación económica.....	3
1.4.3. Justificación Ambiental.....	3
1.4.4. Importancia	4
1.5. Limitaciones de la investigación.....	4
1.6. Hipótesis e identificación de variables	4
1.6.1. Hipótesis.....	5
1.6.2. Identificación de variables.....	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	2
2.1. Antecedentes de la investigación	2
2.2. Bases teóricas.....	4
2.2.1. Cambio climático	4
2.2.2. Cambio climático en la fenología del maíz.....	5
2.2.3. Origen y clasificación del maíz.....	6
2.2.4. Factores agroclimáticos	7
2.2.5. Importancia del maíz de acuerdo a situación nacional.....	8
2.2.6. Producción del maíz en el departamento de Junín	10

2.2.7.	Periodo de siembra.....	11
2.2.8.	Seguridad alimentaria	11
2.3.	Definición de términos básicos	11
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		16
3.1.	Método de la investigación.....	16
3.1.1.	Método	16
3.1.2.	Tipo.....	16
3.1.3.	Diseño.....	16
3.1.4.	Temporalidad.....	17
3.2.	Población y muestra.....	17
3.2.1.	Población.....	17
3.2.2.	Muestra.....	18
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.3.1.	Técnicas de recolección de datos	18
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos	21
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		22
4.1.	Resultados de la estación meteorologica del departamento de Junín	22
4.1.1.	Parámetros meteorológicos estación de Santa Ana:.....	22
4.1.2.	Parámetros meteorológicos estación de Viques:	23
4.1.3.	Parámetros meteorológicos estación de Ingenio	24
4.1.4.	Parámetros meteorológicos estación de Ricran	25
4.1.5.	Parámetros meteorológicos estación de Huayao	27
4.1.6.	Parámetros meteorológicos estación de Jauja.....	28
4.1.7.	Producción de maíz en departamento de Junín	29
4.2.	Prueba de hipótesis.....	29
4.2.1.	Hipótesis Especifica 1	29
4.2.2.	Hipótesis Especifica 2.....	32
4.2.3.	Hipótesis especifica 3.....	34
4.3.	Discusión de resultados	36
CONCLUSIONES		38
RECOMENDACIONES		39
REFERENCIAS		40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables	1
Tabla 2: Clasificación botánica del maíz.....	6
Tabla 3: Precipitación (mm/día) de las estaciones meteorológicas.....	19
Tabla 4: Data de temperatura (T°) máxima de las estaciones meteorológica	19
Tabla 5: Datos de temperatura (T°) mínima de las estaciones meteorológicas	20
Tabla 6: Datos de producción de maíz en departamento de Junín.....	21
Tabla 7: Datos meteorológicos de la estación Santa Ana del año 2004 al 2014.....	22
Tabla 8: Datos meteorológicos de la estación Viques del año 2004 al 2014.	23
Tabla 9: Datos meteorológicos de la estación Ingenio del año 2004 al 2014.	25
Tabla 10: Datos meteorológicos de la estación Ricran del año 2004 al 2014.....	26
Tabla 11: Datos meteorológicos de la estación Huayao del año 2004 al 2014.....	27
Tabla 12: Datos meteorológicos de la estación Jauja del año 2004 al 2014.	28
Tabla 13: Producción de maíz del año 2004 al 2014.	29
Tabla 14: Prueba de normalidad de precipitación y producción	31
Tabla 15: Correlación de Pearson de precipitación y producción.....	31
Tabla 16: Prueba de normalidad de temperatura y producción de maíz	32
Tabla 17: Prueba de correlación de temperatura y producción de maíz.....	33
Tabla 18: Prueba de normalidad año – producción de maíz.....	34
Tabla 19: Correlación de año y producción	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estación meteorológico – SENAMHI.....	2
Figura 2: Mapa político del departamento de Junín.....	4
Figura 3: Desvió de los indicadores climáticos con relación entre temperatura y precipitación.....	5
Figura 4: Resumen estratégico de las anomalías de rendimiento. Periodo 1997/ 1998 – 2017/2018. Medido en Kg/ha.....	6
Figura 5: Evolución de la superficie cosechada, producción y rendimiento del maíz amiláceo en los últimos trece años.....	7
Figura 6: Serie histórica de maíz amarillo duro en el Perú. 1990 - 2019. Producción (toneladas), superficie (ha), rendimiento (t/ha).....	9
Figura 7: Producción, superficie y rendimiento de maíz amarillo duro en el Perú (2019).....	10
Figura 8: Planta típica de maíz mostrando sus diferentes partes.....	14
Figura 9: Perú tiene una superficie agrícola de 11.6 millones de hectáreas a nivel nacional.	17
Figura 10: Santa Ana temperatura máxima -/mínima y precipitación, 2004 – 2014.	23
Figura 11: Viques temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.	24
Figura 12: Ingenio, temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.....	25
Figura 13: Ricran, temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.....	26
Figura 14: Huayao temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.	27
Figura 15: Jauja temperatura máxima y mínima y precipitación, 2004 – 2014.	28
Figura 16: Precipitación - producción de maíz 2004-2014	30
Figura 17: Temperatura - Producción de Maíz 2004 - 2014	32
Figura 18: Año y producción de maíz del 2004 – 2014.....	34

RESUMEN

El maíz, como planta que prospera en climas moderados, necesita un nivel específico de calor y agua para someterse a los procesos de germinación, crecimiento y maduración. Las alteraciones de la temperatura, las precipitaciones y otros factores atmosféricos pueden afectar el momento de la siembra, el desarrollo de la planta y el rendimiento general del grano. De hecho, la región peruana de Junín enfrenta un enorme desafío en la producción de maíz debido a las fluctuaciones del clima. Las diversas condiciones climáticas y del suelo del Perú crean un entorno ideal para las actividades agrícolas, lo que permite una amplia gama de productos y, en muchos casos, un suministro constante durante todo el año.

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas de producción de maíz en la región de Junín. Para lograr este objetivo, se utilizaron los datos de temperatura y precipitación de estaciones meteorológicas establecidas en Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao y Jauja, que abarcan desde 2004 hasta 2014. Durante el proceso de recopilación de datos, se observó una correlación positiva entre los datos meteorológicos y la producción. Al realizar cálculos basados en los datos meteorológicos, se obtuvieron resultados concluyentes. Cabe destacar que las precipitaciones, que oscilaron entre 1,5 mm y 2,90 mm por día, mostraron una tendencia positiva en relación con la producción de maíz durante el período mencionado anteriormente, ya que afectan directamente al rendimiento del cultivo. Este hallazgo refuerza tanto los aspectos económicos como nutricionales, ya que el maíz es un componente vital en diversas fuentes de alimentos. Además, las temperaturas que oscilaron entre 15 °C y 25 °C, registradas entre 2004 y 2014, mostraron una tendencia positiva durante el período especificado. En consecuencia, se puede suponer que la temperatura desempeña un papel directo al influir en la fenología de los sistemas de producción de maíz.

Palabras clave: datos meteorológicos, maíz, alimentación

ABSTRACT

As a plant that thrives in moderate climates, corn needs a specific level of heat and water to undergo germination, growth, and maturation processes. Alterations in temperature, rainfall, and other atmospheric factors can affect planting time, plant development, and overall grain yield. In fact, Peru's Junín region faces an enormous challenge in corn production due to climate fluctuations. Peru's diverse soil and climatic conditions create an ideal environment for agricultural activities, allowing for a wide range of products and, in many cases, a constant supply throughout the year.

The present research was carried out with the aim of determining the influence of climate variability on the phenology of corn production systems in the Junín region. To achieve this objective, temperature and precipitation data from meteorological stations established in Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao and Jauja, spanning from 2004 to 2014, were used. During the data collection process, a positive correlation was observed between meteorological data and production. By performing calculations based on the meteorological data, conclusive results were obtained. It is noteworthy that rainfall, which ranged from 1.5 mm to 2.90 mm per day, showed a positive trend in relation to maize production during the aforementioned period, as it directly affects the crop yield. This finding reinforces both the economic and nutritional aspects, as maize is a vital component in various food sources. Furthermore, temperatures ranging from 15°C to 25°C, recorded between 2004 and 2014, showed a positive trend during the specified period. Consequently, it can be assumed that temperature plays a direct role in influencing the phenology of maize production systems.

Keywords: weather data, corn, food

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad actualmente. Es un problema de carácter global con consecuencias regionales, y está afectado por sistemas naturales y antropogénicos. Una de las principales causas de este proceso es la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO₂). Descripción del problema en la actualidad la agricultura debido al incremento poblacional requiere del incremento de la producción de los principales cultivos, que potencialmente están en la capacidad de lograr y satisfacer la creciente demanda alimentaria. El calentamiento progresivo del sistema climático global viene generando en Junín cambios de temperatura, cambios en la frecuencia de las precipitaciones y cambios en la ocurrencia de eventos extremos (principalmente inundaciones, lluvias intensas, sequías y heladas) que condicionan su desarrollo.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

Capítulo I, se detalla el planteamiento y formulación de problema que da a conocer la influencia de la variabilidad climática en la fenología del maíz, porque actualmente se conoce que el calentamiento global está afectando al sector agrícola; en este capítulo también se menciona el objetivo, justificación, hipótesis e identificación de variables.

En el segundo capítulo, se presenta los antecedentes de la investigación nacional e internacionales relacionadas a este trabajo de investigación, también se hace mención de las bases teóricas direccionado a la variabilidad climática y la fenología del maíz.

En el tercer capítulo, se desarrolla la metodología de la investigación para la recopilación de la data se empleó para consolidar e integrar la información se revisaron los registros históricos de precipitación, temperaturas máximas y mínimas de las estaciones meteorológicas de Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao y Jauja, extraída de los registros de SENAMHI. La producción anual de maíz se obtuvo mediante los informes de síntesis económica de la región Junín divulgada en su página web del Banco Central de Reserva del Perú.

En el cuarto capítulo, se muestran los resultados favorables donde indica la influencia de la variabilidad climático influyen en la producción de maíz en la región de Junín, finalmente se concluye que los objetivos planteados en el trabajo de investigación por ende se brindó data relevante para producción de maíz.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

El cambio climático está provocando alteraciones en la duración y el momento de las precipitaciones, junto con un aumento de la temperatura atmosférica. Estas modificaciones en las condiciones climáticas representan un desafío importante para el sector agrícola, en particular para la agricultura de subsistencia y para las personas que se dedican a esta actividad, que generalmente carecen de los medios necesarios para mitigar los impactos adversos en sus productos cultivados (2).

El cambio climático puede afectar la producción de maíz en América Latina de varias maneras, por el alza de temperaturas, cambios en las pautas de lluvia, e incremento de la concurrencia de eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones (3). En un escenario de aumento de 1.5°C, el rendimiento bruto del maíz fluctuaría entre una caída del 6.8% y una alza del 7.2%. Habría pérdidas en Brasil (20%), Argentina (14.7%) y China (3.7%). En un escenario de aumento de 2°C, el rendimiento mundial del maíz disminuiría entre el 3% y el 18.7% (4). Según el SENAMHI reportó, esta ola de calor será percibido en las regiones de San Martín, Loreto, Huánuco, Pasco, Junín, Ucayali, Cusco, Madre De Dios y Puno, superen los 35°C (5).

La FAO promueve técnicas de agricultura, pesca, ganadería y manejo forestal que cuidan los recursos naturales. Las prácticas agrícolas mejoradas necesarias para la mitigación del cambio climático son a menudo las mismas que se necesitan para incrementar la productividad, la seguridad alimentaria y la adaptación (3).

El cambio climático es uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad actualmente. Es un problema de carácter global con consecuencias regionales, y está afectado por sistemas naturales y antropogénicos. Una de las principales causas de este proceso es la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO₂). Descripción del problema en la actualidad la agricultura debido al incremento poblacional requiere del incremento de la producción de los principales cultivos, que potencialmente están en la capacidad de lograr y satisfacer la creciente demanda alimentaria (1). El calentamiento progresivo del sistema climático global viene generando en Junín cambios de temperatura, cambios en la frecuencia de las precipitaciones y cambios en la ocurrencia de eventos extremos (principalmente inundaciones, lluvias intensas, sequías y heladas) que condicionan su desarrollo.

Si bien el Perú es considerado una economía de medianos-altos ingresos, la desigualdad económica es alta y la pobreza se concentra en las poblaciones rurales e indígenas, cuya seguridad alimentaria

depende de las condiciones climáticas. Las poblaciones urbanas costeras están en riesgo debido al aumento en los niveles del mar y a las tormentas extremas (6). Entonces el maíz es una parte complementaria de la alimentación y la producción del cultivo de maíz en el valle del Mantaro tiene un importante potencial en la producción y exportación debido a su alto valor nutricional y a la preferencia de los consumidores por este tipo de maíz blando y harinoso.

Se revisa la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos del maíz, en la región de Junín en las estaciones meteorológicas ubicadas en diferentes partes del departamento de Junín.

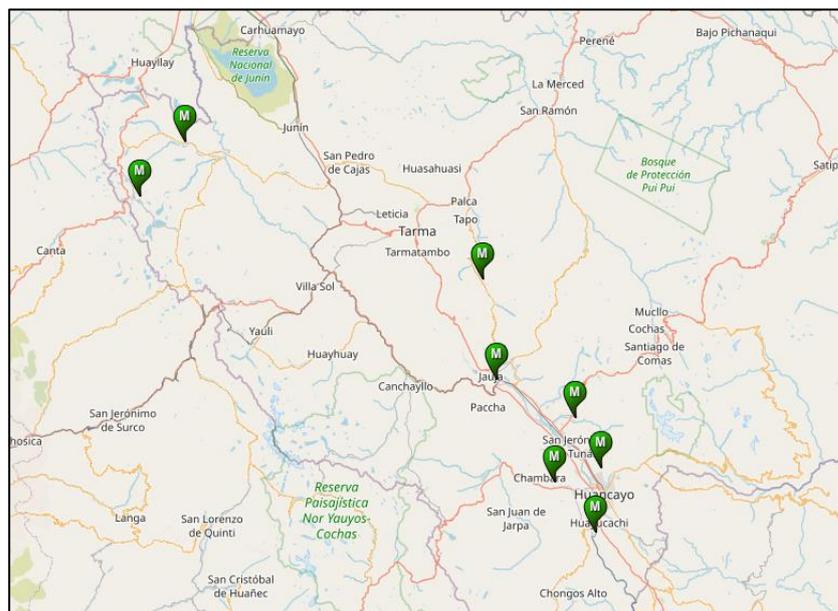


Figura 1: Estación meteorológico – SENAMHI

Fuente:(7)

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la influencia de la precipitación en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín?

- ¿Cuál es la influencia de la temperatura en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín?
- ¿Cuál es la influencia de la variabilidad climática en la producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 al 2014?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la precipitación en la fenología de los sistemas productivos: maíz en la región de Junín.
- Determinar la influencia de la temperatura en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín.
- Analizar la influencia de la variabilidad climática en la producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 al 2014.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación social

El cambio climático puede afectar de manera adversa la producción de maíz y esto puede tener un impacto en la sociedad del departamento de Junín. Con este estudio se busca informar a los agricultores cuales son los factores climáticos idóneos para la producción del maíz.

1.4.2. Justificación económica

El maíz es un cultivo importante en la economía de Perú y en el departamento de Junín. La producción de maíz puede verse afectada por el cambio climático y esto puede tener un impacto en la economía del departamento (8). Siendo esta actividad económica muy importante en Junín, se informa a la población en qué condiciones climáticas debe cumplir la producción de maíz y así se puede disminuir los riesgos de pérdidas económicas.

1.4.3. Justificación Ambiental

Como lo han indicado varios autores, los problemas ecológicos representan una profunda amenaza. En numerosos países, los factores ambientales parecen tener una importancia, ya que abarcan el deterioro del suelo, la limpieza (por combustión y conflagración) y los períodos prolongados de aridez. En este ámbito, también se analizan las ramificaciones de la alteración del clima (temperatura, precipitación) en las sociedades rurales y agrarias tradicionales, junto con sus correspondientes reacciones de adaptación (9). Para lograr el rendimiento previsto de maíz, es crucial tener en cuenta factores como la temperatura y la precipitación para cosechar el maíz previsto.

1.4.4. Importancia

El cultivo del maíz en el departamento de Junín abarca las dimensiones económicas, sociales y ambiental, como se señaló anteriormente.

1.5. Limitaciones de la investigación

La producción de maíz en el departamento de Junín es el objetivo de este estudio. La investigación se llevará a cabo en el departamento de Junín, la que se sitúa en la zona central del Perú en el periodo desde el 2004 hasta el 2014. Debido a su posición geográfica específica, el maíz se destaca como un cultivo importante en la región de Junín.

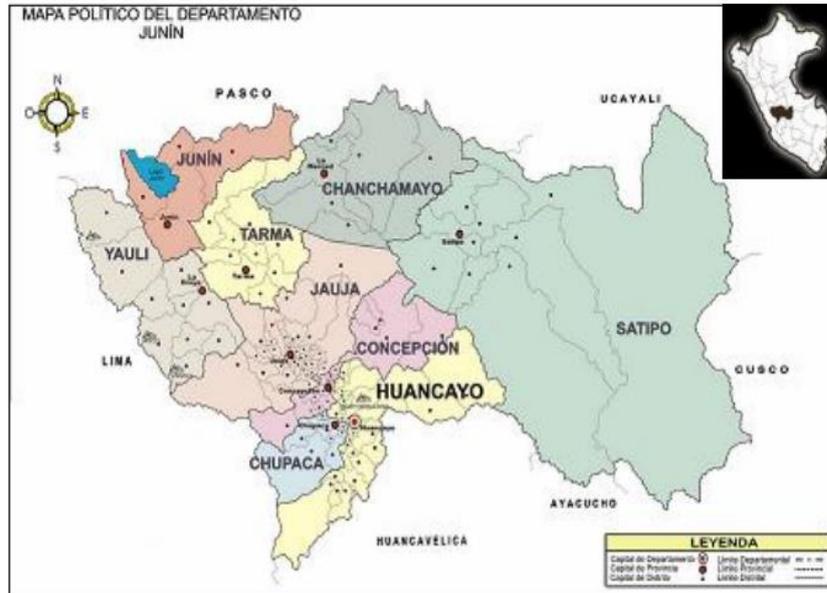


Figura 2: Mapa político del departamento de Junín

Fuente: (10)

1.6. Hipótesis e identificación de variables

1.6.1. Hipótesis

1.6.1.1. Hipótesis General

- La variabilidad climática influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

1.6.1.2. Hipótesis Específicas

- La precipitación influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.
- La temperatura influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.
- La producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 – 2014 ha disminuido por la influencia de la variabilidad climática.

1.6.2. Identificación de variables

1.6.2.1. Variable Independiente

Variabilidad climática: se define como el cambio climático de la atmósfera durante periodos de tiempo.

Y como indicadores se tiene:

- Temperatura
- Precipitación

1.6.2.2. Variable Dependiente

La producción de maíz es el valor total de la suma de producción que se registra. Y como indicador se tiene:

- Producción de maíz

Tabla 1. Operacionalización de las variables

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Determinar la influencia de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.</p>	<p>GENERAL:</p> <p>La variabilidad climática influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.</p>	<p>Independiente:</p> <p>Variabilidad climática</p>	<p>Temperatura</p> <p>Precipitación</p>	<p>Grados Centígrados (°C)</p> <p>Milímetros/día</p>
			<p>Dependiente:</p> <p>Producción de maíz.</p>	<p>Producción</p>	<p>Toneladas/año</p>
<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la precipitación en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la temperatura en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la variabilidad climática en la producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 al 2014?</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>Determinar la influencia de la precipitación en la fenología de los sistemas productivos: maíz en la región de Junín.</p> <p>Determinar la influencia de la temperatura en la fenología de los sistemas productivos maíz, en la región de Junín.</p> <p>Analizar la influencia de la variabilidad climática en la producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 al 2014.</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>La precipitación influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.</p> <p>La temperatura influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.</p> <p>La producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 – 2014 ha disminuido por la influencia de la variabilidad climática.</p>			

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Bolaños y otros autores (11), la actividad agrícola en el estado de Tlaxcala depende en gran medida del clima. El objetivo fue determinar la percepción y caracterizar los saberes que tienen acerca del clima, el impacto del cambio climático en la producción y la capacidad adaptativa del maíz. La metodología fue tipo descriptivo-analítico. La población de estudio fueron productores de maíz criollo bajo condiciones de temporal. Los principales hallazgos fueron que la sequía y las heladas son los principales eventos del clima que han impactado al cultivo y han ocasionado pérdidas y bajos rendimientos.

Según Pinzón y Ramírez (14) el objetivo de la investigación fue evaluar la ecoeficiencia de tres modelos de producción agrícola de maíz duro en Shushufindi, Ecuador. Los modelos identificados fueron el modelo convencional (MC), semiconvencional (MS) y tradicional (MT). El MC tuvo las mayores emisiones de gases de efecto invernadero ($2926.92 \text{ kgCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) e huella hídrica ($1157.86 \text{ m}^3 \text{ ton}^{-1}$), seguido por el MS con emisiones de $1209.45 \text{ kgCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y una huella hídrica de $1201.85 \text{ m}^3 \text{ ton}^{-1}$. El MT tuvo las emisiones más bajas ($570 \text{ kgCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y la huella hídrica ($1008.16 \text{ m}^3 \text{ ton}^{-1}$). Se encontró que el modelo MT era el más ecoeficiente con un valor de 0.99. Sin embargo, es menos utilizado por los productores de maíz debido a los mayores requerimientos de mano de obra y menores rendimientos en comparación con el modelo convencional. El estudio destaca los impactos de los modelos de producción agrícola de maíz sobre el cambio climático en ecosistemas sensibles como la Amazonía ecuatoriana, enfatizando la necesidad de prácticas agrícolas sustentables

Según Noriega y otros (15) el artículo revisa los modelos de simulación utilizados para estimar los efectos del cambio climático en la productividad del maíz a nivel global de 2006 a 2019. Los modelos utilizados son mecanicistas, dinámicos y estocásticos, como DSSAT-CERES-Maíz, Apsi-Maíz, CropSst, AquaCrop, Epic-maize, CropWat, InfoCrop y WOFOST. Las simulaciones en diversos escenarios muestran una disminución en el rendimiento de maíz en África Subsahariana (78%), China (70%), América Latina (61%) y Medio Oriente (45%), mientras que se proyectan incrementos en la Unión Europea (71%), American Maíz Belt (57%), Oriente Medio (45%) e India (44.5%). En México, se estima que el rendimiento de maíz aumentará 5-22% considerando los efectos de la fertilización con carbono, pero se proyectan reducciones de hasta 49.3% bajo otras condiciones. El artículo enfatiza la necesidad de estudios adicionales sobre los efectos del cambio climático en la producción de maíz en diferentes regiones de México y la implementación de modelos para el diseño de políticas y estrategias de adaptación. Los modelos utilizados deben ser mecanicistas, dinámicos y de código abierto, y sus

resultados pueden ser utilizados por los tomadores de decisiones para establecer medidas de adaptación y estrategias de mitigación para la producción de maíz.

Según Ibarra y otros (16) en el artículo la escasez de agua afecta al 52% de la población mundial, particularmente en las regiones áridas y semiáridas. El cultivo de maíz se practica comúnmente en estas regiones, las cuales enfrentan una alta variabilidad en la disponibilidad de agua. México es uno de los principales productores de maíz a nivel mundial, pero su consumo interno supera la producción, resultando en importaciones significativas. El estado de Sinaloa es el principal productor de maíz de regadío en México, enfrentando desafíos como los impactos del cambio climático y el mal manejo del riego. El estudio se enfoca en optimizar la programación de riego para el cultivo de maíz en Sinaloa, considerando la fenología y el déficit hídrico. La investigación sugiere evitar el quinto riego auxiliar en condiciones normales y usar un programa de riego de tres auxiliares para lograr eficiencias de aplicación de 64% o superiores. La evaluación del rendimiento de grano y las variables complementarias, como altura de planta y plantas sin mazorcas, se realizó antes de la cosecha. Se realizó el análisis de diferencias relativas y análisis de varianza para determinar la significancia entre tratamientos.

Según Lino (12) en la tesis se centra en el efecto del cambio climático en el rendimiento de la quinua en el altiplano central del Perú. El estudio utiliza el modelo AquaCrop para simular la productividad potencial de la quinua bajo diferentes regímenes de riego y escenarios climáticos futuros. Se ha calibrado y validado la respuesta de cuatro variedades de quinua a diferentes regímenes hídricos y escenarios climáticos futuros. Concluye que la productividad de la quinua está influenciada por el déficit hídrico y los escenarios climáticos futuros.

Según Mayo (13) la vulnerabilidad del cultivo de maíz al cambio climático en el municipio de Palenque, Chiapas, se evaluó mediante la metodología propuesta por Ahumada-Cervantes (14). Las variables que contribuyeron a explicar la vulnerabilidad de las áreas fueron los factores demográficos, agrícolas y económicos, así como los problemas ambientales, como la pérdida de cultivos debido a factores climáticos y a la fertilidad del suelo. Un porcentaje significativo de la población rural (el 43,3%) vivía en zonas muy sensibles al cambio climático, mientras que el 9,3% vivía en zonas muy expuestas y el 11,3% tenía una capacidad muy baja para hacer frente a los impactos del cambio climático. El conocimiento local sobre la vulnerabilidad agrícola y puede utilizarse para desarrollar planes de acción y medidas de adaptación a fin de preparar a la población para los impactos del cambio climático.

Según Torres (15) la investigación se centra en la identificación de áreas con sequía meteorológica y en el análisis de la percepción de amenaza en la población de la comuna de Tirúa. El estudio analiza los datos de precipitación de 6 estaciones meteorológicas de Tirúa y las 5 más cercanas durante un período de 20 años, entre 2001 y 2020, para desarrollar el índice estandarizado de precipitación (SPI) e

identificar las zonas de sequía. La población de Tirúa percibe una escasez de agua en la comuna, asociada principalmente a la disminución de las precipitaciones y al cambio de uso del suelo, lo que afecta a la economía y la cultura del pueblo mapuche. Buscan soluciones a través de la restauración de los ecosistemas y la organización social. La reducción de los recursos hídricos está afectando al cultivo de cultivos alimentarios esenciales, lo que afecta a la soberanía alimentaria de la zona. El cambio climático ha provocado incertidumbre en cuanto a la aparición de fenómenos meteorológicos extremos, lo que dificulta que las comunidades se preparen y respondan a estos fenómenos.

Según Pizzini (17) la tesis analiza la inclusión de los objetivos y acciones de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) en las políticas sectoriales y los planes institucionales del Perú. Examina en qué medida las líneas de acción de la ENCC se reflejan en los proyectos educativos institucionales (PEI) de diversas instituciones, entre ellas el Ministerio de Ambiente (MINAM) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El documento destaca la necesidad de integrar mejor los objetivos y las acciones de la ENCC en los planes institucionales para guiar los esfuerzos efectivos de mitigación y adaptación al cambio climático. También analiza el papel de INFORCARBONO a la hora de proponer la posición nacional sobre el cambio climático en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La tesis concluye con recomendaciones para mejorar la conexión entre los planes sectoriales, los planes institucionales y las líneas de acción de la ENCC a fin de mejorar la comprensión y la implementación de las acciones contra el cambio climático. La sección dedicada del artículo reconoce el apoyo y las creencias de los familiares y el cónyuge del autor.

Según Atalaya (16) la producción y la calidad del café peruano se han visto amenazadas por el cambio climático en los últimos 15 años, lo que ha afectado la fenología de los cultivos y ha aumentado la presencia de plagas y enfermedades. Las principales plagas que afectan al cultivo del café en el distrito de Pichanaqui son la broca (*Hypothenemus hampei*), las hormigas coquis (*Atta spp*) y el minador (*Perileucoptera coffeella*). Se está creando la Federación Nacional de Cafetaleros del Perú para atender las demandas de los productores de café de la región de la selva central. El estudio incluye una sección de metodología, pero no se proporcionan detalles específicos. La revisión de la literatura abarca varios aspectos del cultivo del café, incluidos su origen y taxonomía, la producción mundial de café, los requisitos edafoclimáticos y los diferentes sistemas de producción. También analiza las plagas y enfermedades más comunes, como la broca, la roya, el ojo de gallo, la cercospora y el pie negro.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cambio climático

De acuerdo a Lozano (18) la agricultura en los Andes es altamente sensible al cambio climático, lo que lleva a la erosión del suelo, el retroceso de los glaciares, la pérdida de cobertura vegetal, el aumento de

la intensidad de las lluvias y la alteración de la dinámica de los cultivos. El cambio climático en los Andes dará como resultado un aumento de la temperatura local, una evapotranspiración potencial y escasez de agua en países como Brasil, Bolivia, Ecuador, Venezuela, Guyana y Colombia, lo que provocará la pérdida de cultivos importantes como el arroz. Por otro lado, países como Perú, Argentina, Chile, Bolivia y Uruguay experimentarán temperaturas más bajas afectando la producción y rendimiento de cultivos como la quinua, la papa y el tarwi. El impacto del cambio climático en la agricultura andina incluye la disminución de los servicios hidrológicos, el bajo rendimiento de los cultivos, la interrupción de las interacciones entre las especies, la pérdida de servicios ecosistémicos y la disminución de la agrobiodiversidad. El rápido derretimiento de los glaciares en los Andes es una consecuencia significativa del cambio ambiental moderno, afectando las áreas húmedas y áridas y los lagos alimentados por estos glaciares. Estos lagos sirven como indicadores importantes del cambio climático y proporcionan agua y energía a las poblaciones locales. La sensibilidad de los sistemas agrícolas en los Andes ha aumentado en los últimos años, enfatizando la necesidad de comprender los efectos del calor y el agua en el rendimiento de los cultivos y los riesgos que plantean la erosión y la deforestación.

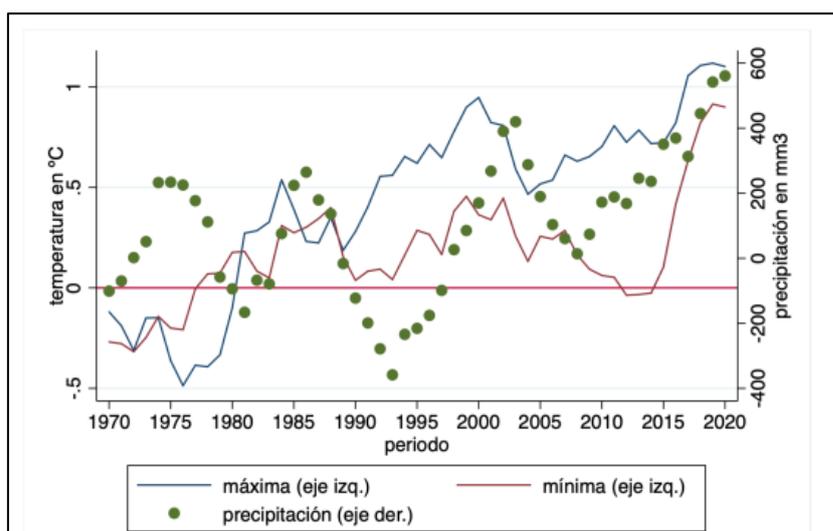


Figura 3: Desvió de los indicadores climáticos con relación entre temperatura y precipitación

Fuente:(19)

2.2.2. Cambio climático en la fenología del maíz

Según Borges y otros (20) el cambio climático puede tener impactos significativos en la producción de maíz. Los cambios en los patrones de temperatura y precipitación pueden afectar el crecimiento y desarrollo de los cultivos de maíz. El aumento de las temperaturas puede provocar estrés por calor,

afectando el rendimiento y la calidad del maíz. Los cambios en los patrones de precipitación, incluyendo el aumento de la sequía o los eventos de lluvias fuertes, pueden afectar el crecimiento del maíz y la disponibilidad de agua. Los déficits de agua causados por el cambio climático pueden reducir la productividad del maíz y aumentar la vulnerabilidad en el sector agrícola. El cambio climático también puede afectar plagas y enfermedades que impactan en los cultivos de maíz, lo que lleva a posibles pérdidas de rendimiento. Las medidas de adaptación, como el cambio de las prácticas de producción y la implementación de sistemas de riego, pueden ser necesarias para mitigar los impactos negativos del cambio climático en la producción de maíz.

	Soja	Trigo	Maíz	Arroz	Papa
Desvío estándar	488	676	1.211	1.045	3.153
Media	2 008	2 767	4 477	7 280	17 742
CV (Coeficiente de Variación)*	24%	24%	27%	14%	18%
Mínimo	764	1 149	1 530	5 270	12 900
Mediana	2 105	2 873	4 306	7 698	17 974
Máximo	2 951	3 667	7 136	8 600	23 954
Recorrido (Max-Min)	2 187	2 518	5 606	3 330	11 054

Figura 4: Resumen estratégico de las anomalías de rendimiento. Periodo 1997/ 1998 – 2017/2018. Medido en Kg/ha.

Fuente:(20)

2.2.3. Origen y clasificación del maíz

De acuerdo Narro y Piña (21) la evidencia arqueológica sugiere que la diversificación del maíz en el Perú se remonta a hace aproximadamente 7.000 años. Un ejemplo de ello es la existencia de tres razas importantes que se estima tienen alrededor de 4.000 años de antigüedad, a saber, el Proto Confito Morocho, el Confito Chavinense y el Kculli (Oscanoa y Sevilla, 2011; MINAM, 2018). Tras este período inicial, el proceso de diversificación cobró impulso, especialmente en las tierras altas. Esto puede atribuirse a la enorme variabilidad ecológica del territorio peruano y a los distintos métodos de consumo que practican los agricultores. A diferencia de Colombia y Venezuela, donde el 20% del maíz destinado al consumo humano se cultiva en valles de clima cálido y se consume principalmente en forma de harina para tortillas o arepas, el maíz con almidón en las tierras altas de Perú, Ecuador y Bolivia se consume directamente sin someterlo a procesamiento adicional.

Su taxonomía es la siguiente:

Tabla 2: Clasificación botánica del maíz.

Reino:	Plantae
---------------	----------------

División:	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Subtribu:	Tripsacinae
Género:	Zea
Especie:	Zea mays

Así, también nos muestra la evolución de la superficie cosechada, producción y rendimiento del maíz amiláceo entre los años 2007 al 2019.

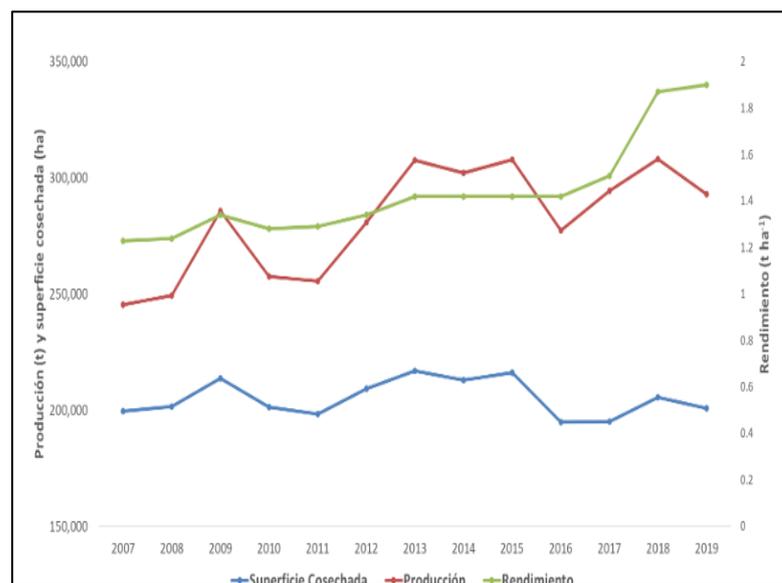


Figura 5: Evolución de la superficie cosechada, producción y rendimiento del maíz amiláceo en los últimos trece años.

Fuente:(21)

2.2.4. Factores agroclimáticos

En general, el clima de las tierras altas del Perú se caracteriza por condiciones secas y templadas, con importantes fluctuaciones de temperatura que se producen en un solo día, que oscilan entre 2 °C y 20

°C. Las precipitaciones anuales en esta región oscilan entre 500 y 1200 mm, y los inviernos se caracterizan por las heladas, mientras que los veranos son lluviosos y los inviernos secos. Sin embargo, vale la pena señalar que el rango de temperatura de 10 a 21 °C en esta área supera el rango óptimo para el crecimiento normal del maíz en las regiones costeras o selváticas. En consecuencia, el crecimiento de los tejidos de maíz amiláceos se ve obstaculizado debido a este lento crecimiento celular. En estas condiciones, las temperaturas máxima y mínima de 20 °C y 2 °C, respectivamente, solo permitirían un valor de 5 GCD (grados de crecimiento diario). Las altas temperaturas registradas durante el mediodía de mayo a agosto en los valles interandinos, que en ocasiones alcanzan los 25 °C, donde actualmente se cultiva maíz con almidón para abastecer de «maíz» a las ciudades costeras, podrían afectar negativamente a la viabilidad del polen y, en consecuencia, al rendimiento general. Esto es especialmente cierto si estas altas temperaturas van acompañadas de un estrés provocado por la escasez de agua. En las pendientes por encima de los 2.300 m sobre el nivel del mar, la temperatura al mediodía no supera los 21 °C. Por lo tanto, se debe prestar mucha atención al riego, especialmente durante la fase reproductiva del cultivo (21).

2.2.5. Importancia del maíz de acuerdo a situación nacional

De acuerdo a Barandiaran (22) durante las últimas tres décadas, nuestro país ha sido testigo de un crecimiento constante en la producción de maíz amarillo duro, alineándose con la tendencia mundial. De 1990 a 2019, la producción pasó de 480.784 toneladas a 1.271.825 toneladas, lo que indica un notable aumento del 164,5%. Este notable aumento se puede atribuir a la expansión de aproximadamente 80 000 hectáreas (lo que equivale al 46,7%) en el mismo período de tiempo. Además, el aumento de la productividad de los cultivos, que pasó de 2,77 toneladas por hectárea en 1990 a 4,99 toneladas por hectárea en 2019, contribuyó significativamente a este crecimiento, que ascendió a un impresionante 80% Figura 6.

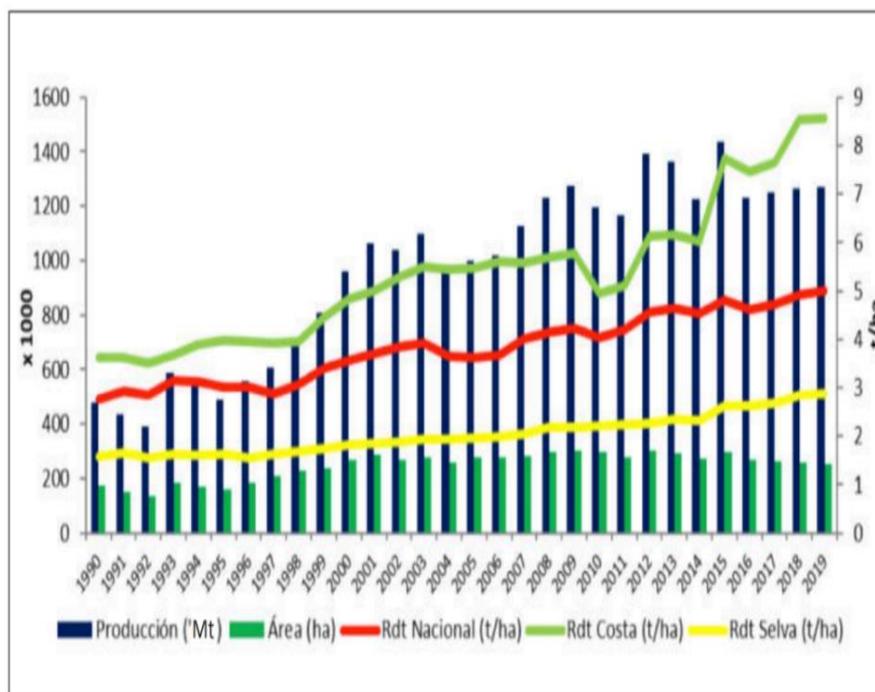


Figura 6: Serie histórica de maíz amarillo duro en el Perú. 1990 - 2019. Producción (toneladas), superficie (ha), rendimiento (t/ha).

Fuente:(22)

Sin embargo, la región costera ha experimentado el aumento más significativo de la productividad. En 1990, la producción media por hectárea en la costa se registró en 3,62 toneladas, mientras que en 2019 había alcanzado la impresionante cifra de 8,58 toneladas, lo que representa un notable crecimiento del 137%. Por otro lado, la región selvática registró un aumento relativamente modesto, pasando de 1,58 toneladas por hectárea a 2,87 toneladas por hectárea, lo que representa una tasa de crecimiento del 81,6% (Figura 7). Numerosos factores contribuyen a esta notable disparidad en la productividad media entre estas dos regiones naturales distintas. La aplicación de la tecnología costera se basa en la utilización de híbridos y en una mejor gestión agronómica de los cultivos, aprovechando las condiciones agrometeorológicas más favorables, como el aumento de la radiación solar, la reducción de la humedad relativa y un rango de temperatura promedio entre 12 y 30 grados centígrados. Este rango de temperatura promueve una mayor producción de materia seca, crea un entorno desfavorable para el crecimiento de enfermedades foliares y reduce la aparición de insectos, patógenos y malezas. En la selva, se produce un fenómeno contrastante, caracterizado por la utilización predominante de cultivares de polinización cruzada sin restricciones. Estos cultivares van acompañados de una supervisión agronómica mínima y están sujetos a temperaturas y humedad ambiental elevadas. Esta combinación de factores promueve una mayor prevalencia de plagas y enfermedades, lo que impide el logro de mayores rendimientos de los cultivos.

Región Natural	Región política	Producción		Superficie		Rendimiento (t/ha)		
		toneladas	%	hectáreas	%			
COSTA	Costa Norte	Tumbes	3738	0.29	1219	0.48	3.07	
		Piura	60088	4.72	13743	5.39	4.37	
		Lambayeque	82030	6.45	13423	5.27	6.11	
		La Libertad	123382	9.7	14094	5.53	8.75	
	Total	269237	21.17	42479	16.68	6.34		
	Costa Centro	Ancash	200312	15.75	17838	7	11.23	
		Lima	141287	11.11	14041	5.51	10.06	
		Ica	200175	15.74	20087	7.89	9.97	
		Total	541774	42.6	51966	20.4	10.43	
	Costa Sur	Arequipa	1956	0.15	258	0.1	7.58	
		Moquegua	199	0.02	59	0.02	3.38	
		Tacna	14	0	5	0	2.8	
		Total	2170	0.17	322	0.13	6.74	
	TOTAL COSTA		813181	63.94	94767	37.2	8.58	
	SELVA	Selva Alta	Apurímac	4764	0.37	2021	0.79	2.36
Cajamarca			72087	5.67	18784	7.37	3.84	
Amazonas			32797	2.58	13089	5.14	2.51	
San Martín			111075	8.73	43914	17.24	2.53	
Huánuco			38993	3.07	10331	4.06	3.77	
Pasco			5993	0.47	3625	1.42	1.65	
Junín			25076	1.97	6057	2.38	4.14	
Ayacucho			2869	0.23	1116	0.44	2.57	
Cusco			5386	0.42	3389	1.33	1.59	
Puno			4316	0.34	2617	1.03	1.65	
Huancavelica		1330	0.1	851	0.33	1.56		
Total		304686	23.96	105793	41.53	2.88		
Selva Baja		Loreto	108510	8.53	37058	14.55	2.93	
		Ucayali	25512	2.01	10719	4.21	2.38	
		Madre de Dios	19937	1.57	6406	2.51	3.11	
Total	153959	12.11	54183	21.27	2.84			
TOTAL SELVA		458645	36.06	159976	62.8	2.87		
TOTAL NACIONAL		1271825	100	254743	100	4.99		

Figura 7: Producción, superficie y rendimiento de maíz amarillo duro en el Perú (2019).

Fuente:(22)

2.2.6. Producción del maíz en el departamento de Junín

El maíz, un alimento básico para los habitantes de las tierras altas del Perú, se cultiva principalmente para el consumo humano en diversas formas, como maíz, brea, mote, harina precocida y bebidas. Además, una parte importante de la producción de maíz, tanto en granos de maíz o en el campo, constituye una importante fuente de ingresos. Este cultivo prospera en las regiones naturales conocidas como Yunga, Quechua y Suni, situadas a elevaciones que oscilan entre los 1.500 y los 3.800 metros sobre el nivel del mar. Además, la disponibilidad de agua para el cultivo desempeña un papel vital, especialmente en las regiones donde las precipitaciones por sí solas son insuficientes para mantener el nivel de humedad requerido. En tales casos, son necesarios sistemas de riego suplementarios (23).

2.2.7. Periodo de siembra

El tiempo de siembra y cosecha de los cultivos de maíz varía según las diferentes regiones naturales y depende principalmente de las condiciones meteorológicas. Estas condiciones climáticas son únicas para cada región y están determinadas por factores como la cantidad y frecuencia de las precipitaciones, la humedad, la temperatura y los patrones del viento, entre otros. En la cuenca central del Mantaro, que abarca las regiones yungas limítrofes con el quechua, los meses más adecuados para sembrar maíz destinado a la venta como grano fresco son junio y julio. Además, todo el mes de octubre es ideal para plantar maíz destinado a la producción en grano seco. En climas templados que tienen un menor riesgo de heladas, es posible sembrar maíz durante todo el año. Sin embargo, el departamento de Junín se encuentra en la región natural suni el cual está ubicado entre 1 500 a 3 800 msnm (24).

Las plantas de maíz con almidón muestran adaptabilidad a varios tipos de suelo, aunque prosperan más en suelos caracterizados por una textura moderada, como los limos, los limos arenosos y los limos arcillosos. Estos suelos preferidos deben poseer perfiles profundos, un drenaje efectivo y una composición bien estructurada para promover un desarrollo óptimo de las raíces. El rango ideal de precipitación de la planta oscila entre 500 mm y 700 mm. El acto de plantar maíz requiere una temperatura media del suelo de 10 °C, que debe aumentar progresivamente. Sin embargo, si la temperatura supera los 30 °C, se producen obstáculos en la actividad celular, lo que lleva a una reducción de la capacidad de las raíces para absorber agua.

2.2.8. Seguridad alimentaria

Perú es una nación que depende en gran medida de la agricultura para satisfacer las necesidades alimentarias de sus residentes, y esta industria está muy influenciada por el clima y sus posibles fluctuaciones. Por lo tanto, las alteraciones del clima pueden tener consecuencias importantes, especialmente si la población depende principalmente de la producción agrícola, ya sea como actividad productiva o para el consumo personal, ya que afecta a los territorios agrícolas y de cultivo en los que opera (25).

2.3. Definición de términos básicos

A. Cambio climático

“Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso

del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales. Véanse también Cambio climático asegurado y Detección y atribución.” (26)

B. Fenología

“Es la rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat” (27)

C. Variabilidad climática

“Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa).” (26)

D. Fase fenológica

- “Viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica (SENAMHI, 2017).” (28)

E. Seguridad alimentaria

- “Situación predominante en la que las personas tienen acceso seguro a cantidades suficientes de alimentos inocuos y nutritivos para su crecimiento, desarrollo normal, y una vida activa y sana (LMCC Anexo).” (29)

F. Meteorología

“Estudio de la física, la química y la dinámica de la atmósfera y los efectos directos de la atmósfera sobre la superficie terrestre, los océanos y la vida en general.” (30)

G. Sequía

- “Es un evento climático extremo de origen natural, que resulta de la deficiencia de lluvias considerablemente inferiores a lo considerado como normal, generando impactos negativos asociados a la vulnerabilidad de los sistemas expuestos. Cuando este evento se prolonga en el tiempo (meses y años), la disponibilidad de agua llega a ser insuficiente para satisfacer la demanda habitual de la sociedad y del ambiente. Las sequías pueden clasificarse en meteorológica, agrícola, hidrológica, socioeconómica y ecológica (SENAMHI, 2018 a).”(29)

H. Sistema climático

- “Sistema muy complejo que consta de cinco componentes principales: atmósfera, hidrosfera, criósfera, litosfera y biosfera, y de las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y por efecto de forzamientos externos, como las erupciones volcánicas o las variaciones solares; y de forzamientos antropógenos, como el cambio de composición de la atmósfera o el cambio de uso del suelo (IPCC, 2013).” (29)

I. Amenaza

“Es un fenómeno que se produce cuando los factores climáticos o externos al cultivo (lluvias y temperaturas) presentan valores superiores o inferiores a los promedios normales e impactan en el desarrollo de los cultivos.” (31)

J. Riesgo agroclimático

“Es la probabilidad de que ocurran pérdidas en la producción agropecuaria debido a fenómenos climáticos. Sus componentes son la amenaza y la vulnerabilidad.” (32)

K. La planta maíz

“El maíz es una planta monoica, es decir con flores masculinas ubicadas en la panoja que se encuentra en la parte apical del tallo y con flores femeninas agrupadas en mazorcas ubicadas casi siempre en la parte media de la planta (Figura 8). Presenta tallo formado por nudos y entrenudos; hojas arregladas en forma alterna que nacen de yemas ubicadas en los nudos (22). Es protándrica, ya que la floración

masculina o emisión de polen ocurre normalmente antes de la floración femenina o emisión de pistilos (barbas). Es una planta alógama, de polinización cruzada o libre, es decir, que las flores femeninas son fertilizadas por polen proveniente de otras plantas.” (21)

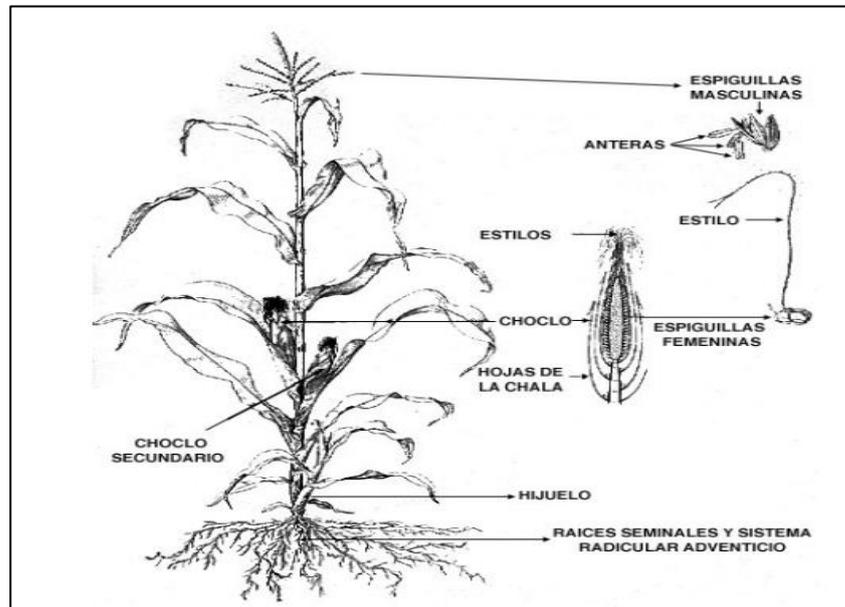


Figura 8: Planta típica de maíz mostrando sus diferentes partes.

FFuente: (21)

L. Estaciones climatológicas

“La obtención de datos meteorológicos es de suma importancia para una planificación de ingeniería eficaz. Para obtener estos datos, se utilizan estaciones meteorológicas que miden las variables meteorológicas más importantes, como la temperatura, la humedad, el viento, la insolación, las precipitaciones y la evaporación. Para garantizar la comparabilidad global de los datos recopilados, es imperativo estandarizar las mediciones, lo que requiere un cierto nivel de estandarización en los instrumentos empleados. Las estaciones meteorológicas se pueden clasificar en dos tipos: convencionales y automáticas.” (32)

a) Estaciones climatológicas convencionales

- “Las estaciones meteorológicas convencionales son áreas designadas específicamente para la recopilación de información meteorológica, por lo que cuentan con una multitud de instrumentos de medición. Estos instrumentos incluyen un cobertizo o caja intemperie, que sirve como estructura estandarizada para proteger el termómetro de mercurio. Su orientación es hacia el norte en el hemisferio norte y hacia el sur en el hemisferio sur. El cobertizo está

revestido con pintura blanca e incorpora 34 aberturas de ventilación para garantizar que las lecturas del termómetro se tomen en un entorno sombreado. Además, el cobertizo está equipado con un evaporímetro, que comprende un depósito estandarizado, un recipiente estabilizador y un tornillo micrométrico para realizar mediciones precisas. Además, la estación está equipada con un pluviómetro, una veleta (que indica la dirección del viento) y un anemómetro (que permite una evaluación cualitativa del viento). Para obtener los datos registrados en una estación de este tipo, una persona debe informar y medir manualmente las variables todos los días a las 8 de la mañana durante todo el año.” (32)

b) Estaciones climatológicas automáticas

- Comprende un conjunto de aparatos eléctricos, electrónicos y mecánicos que cuantifican las cantidades meteorológicas en formato numérico. Consiste en un conjunto de detectores que registran y transmiten datos meteorológicos de forma automática e independiente. El objetivo principal de este aparato es recopilar y supervisar variables meteorológicas específicas con el objetivo de producir archivos que delinear el valor medio en un lapso de 10 minutos. Estos datos se transmiten posteriormente a través de una variedad de canales de comunicación a intervalos regulares. (32)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

3.1.1. Método

En términos generales, el método se puede describir como la ruta o enfoque empleado para lograr un resultado deseado o lograr un objetivo específico. En el ámbito de la investigación, un método se considera la manera o enfoque general empleado para abordar un problema determinado. A pesar de su posible redundancia, la vía fundamental utilizada en la investigación científica para adquirir conocimientos científicos se conoce comúnmente como método científico, que se definirá posteriormente. El método científico se refiere al conjunto de pasos, técnicas y procedimientos utilizados para formular y resolver problemas de investigación mediante la comprobación o confirmación de hipótesis. Si bien debe tenerse en cuenta que este método no es el medio exclusivo por el que se obtiene el conocimiento científico, es un enfoque flexible adoptado por la mayoría de las ciencias empíricas actuales. Esencialmente, se reconoce como el método general de la ciencia. (33)

El método a aplicar en la presente investigación es el método científico donde se va formular los procedimientos para comprobar las hipótesis planteadas.

3.1.2. Tipo

La presente investigación es de tipo básica, porque implica en verificar la relación de la temperatura, precipitación ante la producción de maíz con datos ya existente, siendo su objetivo principal en mejorar y ampliar la comprensión de conocimientos científicos preexistente relacionado con relación a la investigación. Su enfoque gira en torno a las teorías científicas, que se analizan para mejorar su contenido.(34)

3.1.3. Diseño

La investigación es no experimentación porque las variables independientes carecen de manipulación intencional de la temperatura y precipitación, solo se está recolectando los datos de SENAMHI. Siendo estos datos no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizar y estudiar los hechos de la realidad después de su ocurrencia. (34)

3.1.4. Temporalidad

Esta investigación con respecto a su temporalidad es longitudinal donde se emplea para conocer los hechos y fenómenos de la realidad, ya sea en su esencia individual o en su relación a través del de 10 años. (34)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Este mapa abarca un total de 11.649.716 hectáreas, derivado de la utilización de imágenes satelitales RapidEye y posteriormente actualizado con imágenes satelitales Sentinel-2 y la plataforma Google Earth. Estos avances facilitaron la delimitación y cuantificación precisas de la extensión agrícola en todo el territorio nacional. En la actualidad, la métrica autorizada empleada por el sector agrícola para representar la superficie agrícola nacional corresponde a los datos adquiridos en el IV Censo Agrícola de 2012, que se determinó mediante la declaración de los agricultores, y ascendió a 7.125.008 hectáreas. (35)



Figura 9: Perú tiene una superficie agrícola de 11.6 millones de hectáreas a nivel nacional.

Fuente: (36)

Según el documento R.M. 0322-2020-MIDAGRI, emitido en diciembre de 2020 y conocido formalmente como el «Mapa Nacional de Áreas Agrícolas del Perú», la extensión agrícola de Junín abarcaba un total de 575,1 mil hectáreas. Entre las diversas provincias de Junín, Satipo poseía la porción más grande, con una superficie de 211,7 mil hectáreas. Además, las provincias de Chanchamayo, Huancayo, Jauja y Tarma contenían importantes espacios agrícolas, con una extensión de 121,5 mil hectáreas, 68,2 mil hectáreas, 52,4 mil hectáreas y 38,9 mil hectáreas, respectivamente. (37)

La producción y variable climáticos (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) durante el periodo 2004 al 2014.

3.2.2. Muestra

La muestra ha sido seleccionada según criterio, sin ninguna regla matemática o estadística, debido a que la muestra es lo más representativa de la región Junín.(34)

Las estaciones meteorológicas son de tipo convencional de Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao y Jauja, están ubicados en un sitio representativo en la región Junín.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

En el estudio actual, se utilizaron dos metodologías para la recopilación de datos. El primer método se empleó para consolidar e integrar la información se revisaron los registros históricos de precipitación, así como de temperaturas máximas y mínimas, pertinente extraída de los registros climáticos digitales proporcionadas por el SENAMHI. El segundo método consistió en recopilar datos secundarios, lo que se llevó a cabo consultando el informe económico anual de la región de Junín, disponible en la página web del Banco Central de Reserva del Perú donde informan la producción de maíz.

Datos de precipitación de las estaciones meteorológicas de Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao y Jauja, desde el año 2004 al 2014.

Tabla 3: Precipitación (mm/día) de las estaciones meteorológicas.

Año	Santa Ana	Viques	Ingenio	Ricran	Huayao	Jauja
2004	1.80	1.51	2.14	1.85	1.69	1.69
2005	1.76	1.41	1.62	1.59	1.43	1.63
2006	2.00	1.62	1.82	2.21	1.69	1.65
2007	1.68	1.06	1.68	1.82	1.52	1.69
2008	1.69	1.56	1.59	2.33	1.35	3.70
2009	2.18	1.90	2.20	2.30	2.01	2.14
2010	1.87	2.05	1.90	2.10	1.65	1.66
2011	2.93	3.06	2.57	2.83	2.52	3.03
2012	2.31	2.40	2.24	2.37	1.05	1.72
2013	2.05	1.72	2.30	2.31	1.84	5.36
2014	3.55	3.63	3.40	2.91	1.57	2.43

Elaboración: Propia

Datos: SENAMHI

Datos de temperatura máxima de las estaciones meteorológicas de Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao y Jauja, desde el año 2004 al 2014.

Tabla 4: Data de temperatura (T°) máxima de las estaciones meteorológica

Año	Santa Ana	Viques	Ingenio	Ricran	Huayao	Jauja
2004	19.85	20.61	18.55	13.62	19.05	18.45
2005	20.82	21.37	19.46	14.77	20.32	18.67
2006	19.80	20.50	18.85	13.81	19.40	18.64
2007	20.50	20.51	19.24	13.78	19.21	18.14
2008	20.38	20.82	19.42	13.77	19.31	16.60
2009	20.40	20.56	19.14	13.53	19.71	18.68
2010	20.95	21.15	19.52	14.34	20.66	20.33

2011	19.54	20.09	18.45	13.36	19.92	18.76
2012	19.83	20.33	18.47	15.13	17.13	19.85
2013	20.46	20.51	18.59	13.22	20.27	19.14
2014	19.42	20.30	18.19	13.22	19.30	18.73

Elaboración: Propia

Datos: SENAMHI

Datos de temperatura mínima de las estaciones meteorológicas de Santa Ana, Viques, Ingenio, Ricran, Huayao y Jauja, desde el año 2004 al 2014.

Tabla 5: Datos de temperatura (T°) mínima de las estaciones meteorológicas

Año	Santa Ana	Viques	Ingenio	Ricran	Huayao	Jauja
2004	3.83	6.04	3.61	4.03	4.65	4.39
2005	3.31	5.75	3.28	3.71	4.01	3.93
2006	4.09	5.66	4.49	3.72	4.35	4.38
2007	4.04	5.66	4.08	3.74	4.57	4.19
2008	3.61	5.34	4.04	3.95	4.16	7.40
2009	4.28	6.37	4.47	3.73	4.90	4.49
2010	4.03	5.99	4.26	3.30	4.44	4.25
2011	4.19	5.98	4.04	3.16	4.48	5.34
2012	4.10	5.82	3.96	3.22	3.60	3.35
2013	4.09	6.32	5.03	3.11	4.35	4.21
2014	5.58	7.20	5.89	4.25	3.63	4.59

Elaboración: Propia

Datos: SENAMHI

Datos de producción de maíz del departamento de Junín desde el año 2004 al 2014.

Tabla 6: Datos de producción de maíz en departamento de Junín

Año	Producción de maíz (T)
2004	13804.0
2005	12406.0
2006	12408.0
2007	10294.0
2008	12243.0
2009	16834.0
2010	17321.0
2011	17025.0
2012	17706.0
2013	18445.0
2014	18853.0

Elaboración: Propia

Datos: BCRP

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación, la recopilación de datos implicó utilizar los registros que contienen exclusivamente las variables destinadas al análisis. Los datos como la precipitación, temperatura máxima y la temperatura mínima se obtuvieron de los registros meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) siendo la institución pública en proveer información y conocimiento meteorológico. Así mismo, los datos de producción de maíz se obtuvieron de informes económicos de la región Junín emitidos por Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados de la estación meteorológica del departamento de Junín

4.1.1. Parámetros meteorológicos estación de Santa Ana:

En la Tabla 7, se muestra data de la estación meteorológica convencional de Santa Ana la cual se encuentra ubicada en la latitud 12°0 '34.4", longitud 75°13 '17.7" y altitud 3293 (m.s.n.m). Los datos que se muestran es desde el año 2004 al 2014, precipitación (mm/día), temperatura máxima (T°) y temperatura mínima (T°) anual.

Tabla 7: Datos meteorológicos de la estación Santa Ana del año 2004 al 2014.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm/día)	TEMPERATURA MÁXIMA (T°)	TEMPERATURA MÍNIMA (T°)
2004	1.80	19.85	3.83
2005	1.76	20.82	3.31
2006	2.00	19.80	4.09
2007	1.68	20.50	4.04
2008	1.69	20.38	3.61
2009	2.18	20.40	4.28
2010	1.87	20.95	4.03
2011	2.93	19.54	4.19
2012	2.31	19.83	4.10
2013	2.05	20.46	4.09
2014	3.55	19.42	5.58

Entre el año 2004 y 2014 se tuvo una temperatura máxima entre 19.42°C y 20.95°C, como temperatura mínima 3.61°C y 5.58°C y precipitación fue en el rango de 1.68 mm/día y 3.55 mm/día, siendo el comportamiento como se muestra en la siguiente figura N°10.

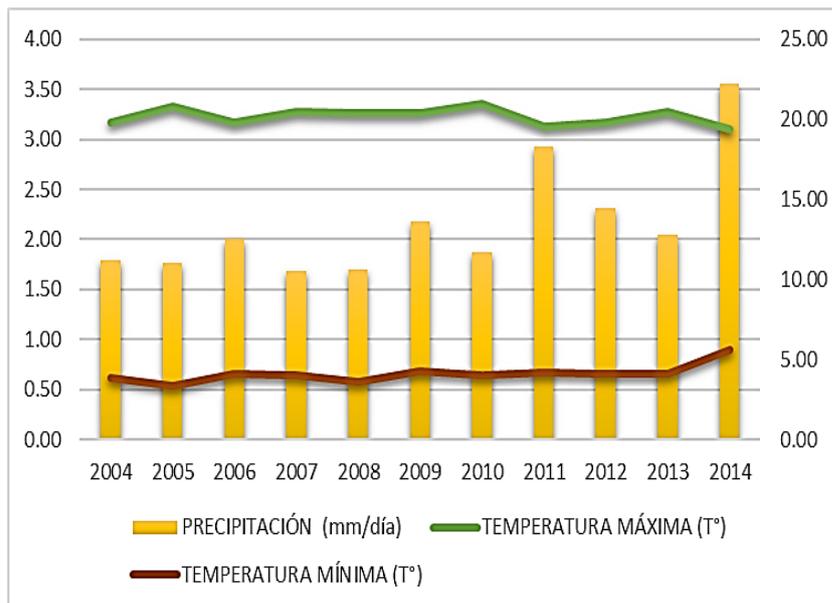


Figura 10: Santa Ana temperatura máxima -/mínima y precipitación, 2004 – 2014.

4.1.2. Parámetros meteorológicos estación de Viques:

En la Tabla 8 se muestra data de la estación meteorológica convencional de Viques, la cual se encuentra ubicada en la latitud 12°9 '21.7", longitud 75°13 '41.9" y altitud 3186 (m.s.n.m). Los datos es desde el año 2004 al 2014, precipitación (mm/día), temperatura máxima (T°) y temperatura mínima (T°) anual.

Tabla 8: Datos meteorológicos de la estación Viques del año 2004 al 2014.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm/día)	TEMPERATURA MÁXIMA (T°)	TEMPERATURA MÍNIMA (T°)
2004	1.51	20.61	6.04
2005	1.41	21.37	5.75
2006	1.62	20.50	5.66
2007	1.06	20.51	5.66
2008	1.56	20.82	5.34
2009	1.90	20.56	6.37
2010	2.05	21.15	5.99
2011	3.06	20.09	5.98
2012	2.40	20.33	5.82
2013	1.72	20.51	6.32
2014	3.63	20.30	7.20

Entre el año 2004 y 2014 se tuvo una temperatura máxima entre 20.09°C y 21.37°C, como temperatura mínima 5.34°C y 7.20°C y precipitación fue en el rango de 1.06 mm/día y 3.63 mm/día.

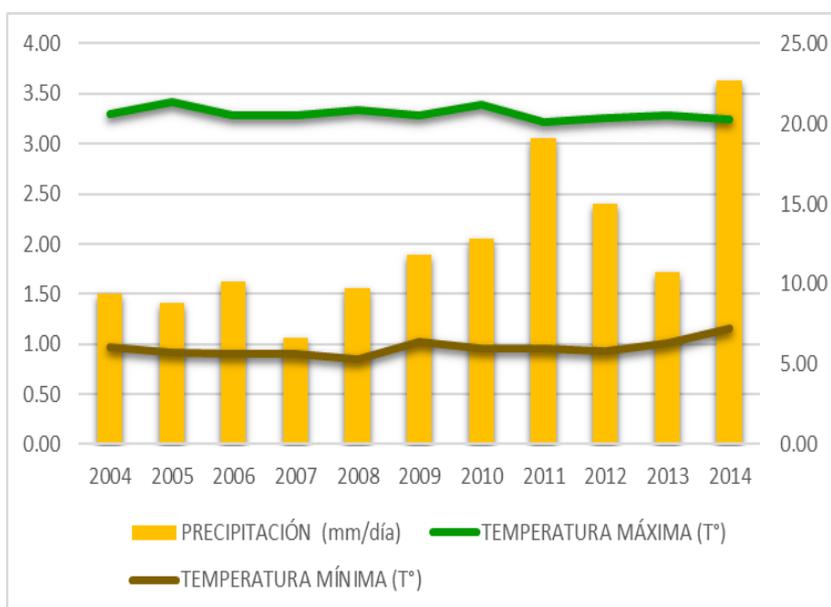


Figura 11: Viques temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.

4.1.3. Parámetros meteorológicos estación de Ingenio

En la Tabla 9 se muestra data de la estación meteorológica convencional de Ingenio, la cual se encuentra ubicada en la latitud 11°52 '30.8", longitud 75°17 '47.9" y altitud 3373 (m.s.n.m). Los datos es desde el año 2004 al 2014 donde se muestra precipitación (mm/día), temperatura máxima (T°) y temperatura mínima (T°) anual.

Tabla 9: Datos meteorológicos de la estación Ingenio del año 2004 al 2014.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm/día)	TEMPERATURA MÁXIMA (T°)	TEMPERATURA MÍNIMA (T°)
2004	2.14	18.55	3.61
2005	1.62	19.46	3.28
2006	1.82	18.85	4.49
2007	1.68	19.24	4.08
2008	1.59	19.42	4.04
2009	2.20	19.14	4.47
2010	1.90	19.52	4.26
2011	2.57	18.45	4.04
2012	2.24	18.47	3.96
2013	2.30	18.59	5.03
2014	3.40	18.19	5.89

Entre el año 2004 y 2014 se tuvo una temperatura máxima entre 18.19°C y 19.52°C, como temperatura mínima 3.29°C y 5.89°C y precipitación fue en el rango de 1.59 mm/día y 3.40 mm/día.

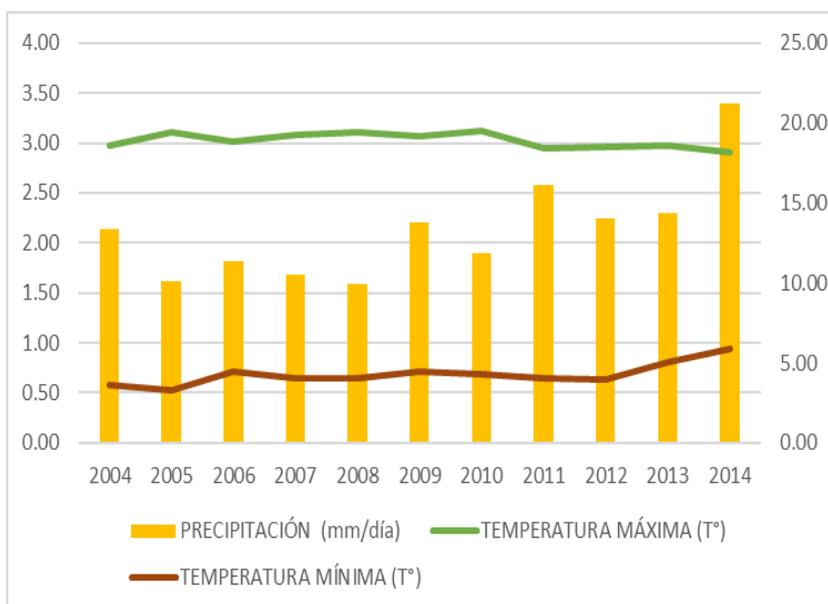


Figura 12: Ingenio, temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.

4.1.4. Parámetros meteorológicos estación de Ricran

En la Tabla 10 se muestra data de la estación meteorológica convencional de Ricran, la cual se encuentra ubicada en la latitud 11°32' 25", longitud 75°31'38.29" y altitud 3674 (m.s.n.m). Los datos es desde el

año 2004 al 2014 donde se muestra precipitación (mm), temperatura máxima (T°) y temperatura mínima (T°) anual.

Tabla 10: Datos meteorológicos de la estación Ricran del año 2004 al 2014.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm/día)	TEMPERATURA MÁXIMA (T°)	TEMPERATURA MÍNIMA (T°)
2004	1.85	13.62	4.03
2005	1.59	14.77	3.71
2006	2.21	13.81	3.72
2007	1.82	13.78	3.74
2008	2.33	13.77	3.95
2009	2.30	13.53	3.73
2010	2.10	14.34	3.30
2011	2.83	13.36	3.16
2012	2.37	15.13	3.22
2013	2.31	13.22	3.11
2014	2.91	13.22	4.25

Entre el año 2004 y 2014 se tuvo una temperatura máxima entre 13.13°C y 14.34°C, como temperatura mínima 3.11°C y 4.25°C y precipitación fue en el rango de 1.59 mm/día y 2.91 mm/día.

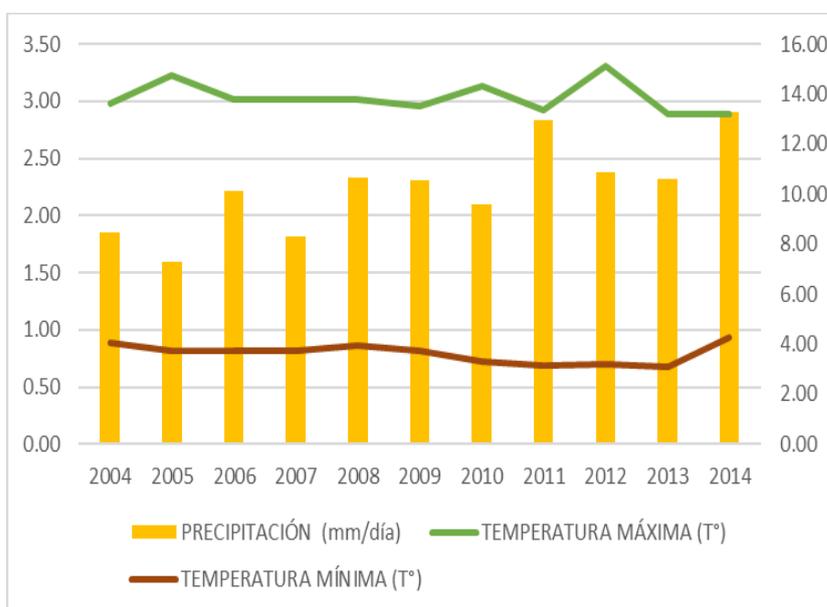


Figura 13: Ricran, temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.

4.1.5. Parámetros meteorológicos estación de Huayao

En la Tabla 11 se muestra data de la estación meteorológica convencional de Huayao, la cual se encuentra ubicada en la latitud 12°2 '24.7", longitud 75°19 '13.8" y altitud 3321 (m.s.n.m). Los datos son desde el año 2004 al 2014 donde se muestra precipitación (mm), temperatura máxima (T°) y temperatura mínima (T°) anual.

Tabla 11: Datos meteorológicos de la estación Huayao del año 2004 al 2014.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm/día)	TEMPERATURA MÁXIMA (T°)	TEMPERATURA MÍNIMA (T°)
2004	1.69	19.05	4.65
2005	1.43	20.32	4.01
2006	1.69	19.40	4.35
2007	1.52	19.21	4.57
2008	1.35	19.31	4.16
2009	2.01	19.71	4.90
2010	1.65	20.66	4.44
2011	2.52	19.92	4.48
2012	3.36	18.48	5.41
2013	1.84	20.27	4.35
2014	1.91	19.63	3.63

Entre el año 2004 y 2014 se tuvo una temperatura máxima entre 18.48°C y 20.66°C, como temperatura mínima 4.01°C y 5.51°C y precipitación fue en el rango de 1.43 mm/día y 3.36 mm/día.

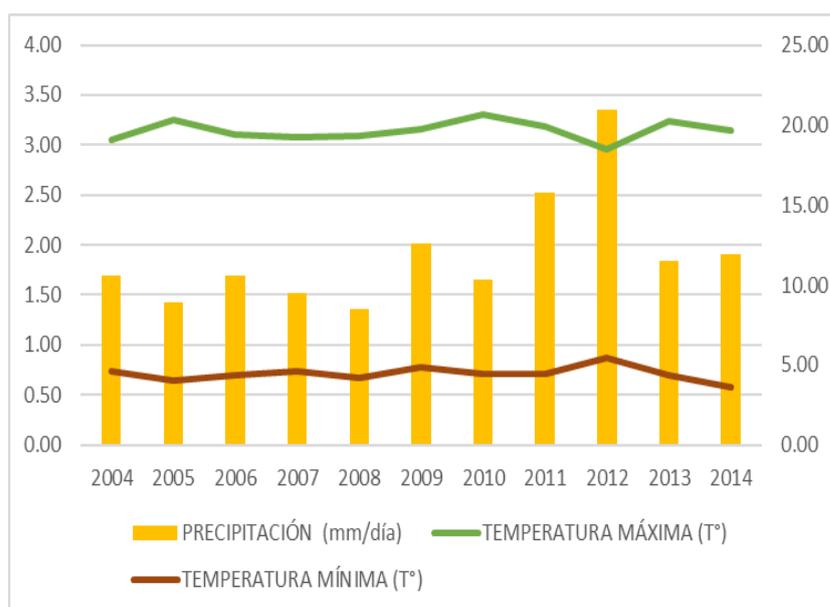


Figura 14: Huayao temperatura máxima - mínima y precipitación, 2004 – 2014.

4.1.6. Parámetros meteorológicos estación de Jauja

En la Tabla 12 se muestra data de la estación meteorológica convencional de Ingenio, la cual se encuentra ubicada en la latitud 11°44' 52.55", longitud 75°7'48.46" y altitud 3604 (m.s.n.m). Los datos es desde el año 2004 al 2014 donde se muestra precipitación (mm), temperatura máxima (T°) y temperatura mínima (T°) anual.

Tabla 12: Datos meteorológicos de la estación Jauja del año 2004 al 2014.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm/día)	TEMPERATURA MÁXIMA (T°)	TEMPERATURA MÍNIMA (T°)
2004	1.69	18.45	4.39
2005	1.63	18.67	3.93
2006	1.65	18.64	4.38
2007	1.69	18.14	4.19
2008	3.70	16.60	7.40
2009	2.14	18.68	4.49
2010	1.66	20.33	4.25
2011	3.03	18.76	5.34
2012	1.72	19.85	3.35
2013	5.36	19.14	4.21
2014	2.43	18.73	4.59

Entre el año 2004 y 2014 se tuvo una temperatura máxima entre 18.48°C y 20.66°C, como temperatura mínima 4.01°C y 5.51°C y precipitación fue en el rango de 1.43 mm y 3.36 mm.

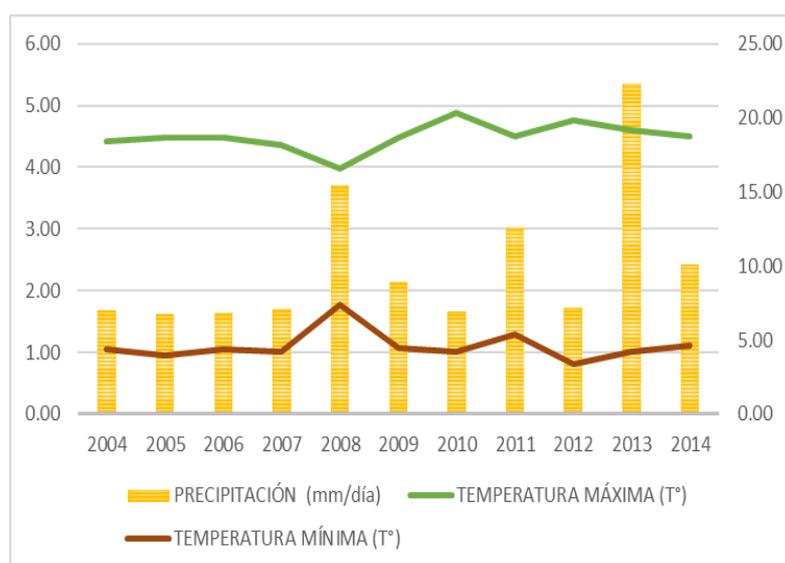


Figura 15: Jauja temperatura máxima y mínima y precipitación, 2004 – 2014.

4.1.7. Producción de maíz en departamento de Junín

La producción en el departamento de Junín durante los años 2004 al 2014 se ha recopilado de la síntesis económica de Junín emitidos por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) en la sucursal de Huancayo, la cual se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Producción de maíz del año 2004 al 2014.

Año	Producción de maíz (Tn)
2004	13804
2005	12406
2006	12408
2007	10294
2008	12243
2009	16834
2010	17321
2011	17025
2012	17706
2013	18445
2014	18853

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Hipótesis Especifica 1

La precipitación influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

Hipótesis nula: La precipitación no influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

Hipótesis alterna: La precipitación influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

4.2.1.1. Diagrama de dispersión y regresión

Como se puede observar en el diagrama de dispersión de temperatura máxima y producción en la figura N°16, se aprecia que la precipitación una relación positiva entre las dos variables. en la producción de maíz existe una relación entre la precipitación siendo la variable independiente y producción de maíz como variable dependiente, ya que, de acuerdo a lo citado en su fenología donde se considera el crecimiento vegetativo, reproductivo y maduración requiere de precipitación óptima por el maíz de 500 mm a 700mm, demostrando que a mayor precipitación se presente en la fenología del maíz, existe mayor producción de maíz.

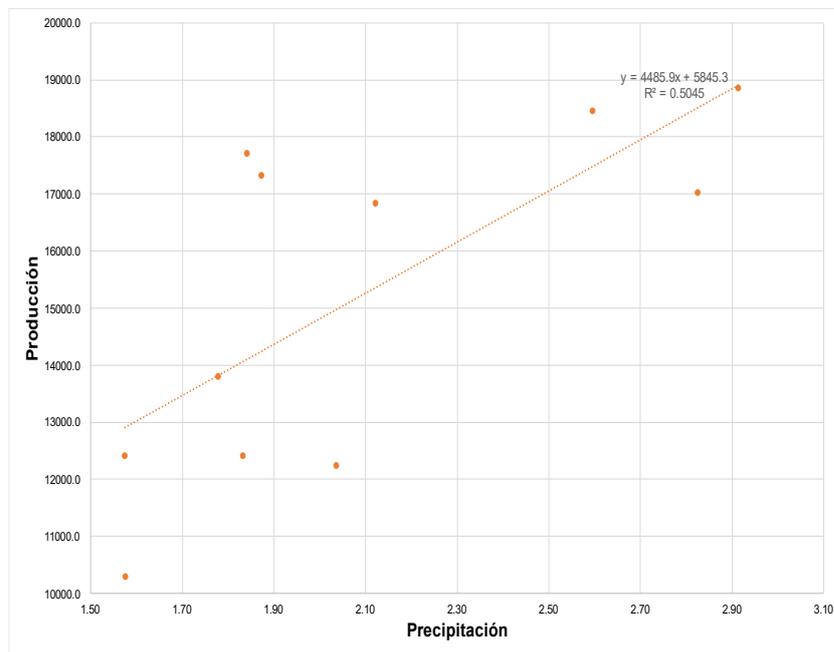


Figura 16: Precipitación - producción de maíz 2004-2014

4.2.1.2. Prueba de normalidad

De igual modo, en la

Tabla 14 se realiza la prueba de normalidad y se aplica estadísticos paramétricos, con el test de shapiro
– wilks porque $n > 50$.

Tabla 14: Prueba de normalidad de precipitación y producción

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig (P).
Precipitación	.221	11	.138	.863	11	.064
Producción	.250	11	.053	.885	11	.121

a. Corrección de significación de Lilliefors

Usamos la prueba de Shapiro-Wilk ($n < 50$), se obtiene una significancia mayor a 0.05 en esta Tabla 15 en ambas variables (Sig. > 0.05), donde la precipitación y producción de maíz por tanto tienen una distribución normal, por lo que corresponde aplicar una prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 15: Correlación de Pearson de precipitación y producción

Correlaciones			
		Precipitación	Producción
Precipitación	Correlación de Pearson	1	.708*
	Sig. (bilateral)		.015
	N	11	11
Producción	Correlación de Pearson	.708*	1
	Sig. (bilateral)	.015	
	N	11	11

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La significancia entre la variable precipitación y producción de maíz entre los años 2004 al 2014 es 0.015 el cual es menor a 0.05, por lo cual se considera con un nivel de confianza de 95%, por tanto, se acepta la hipótesis alterna porque la variable independiente precipitación influye la producción del maíz en la región de Junín.

4.2.2. Hipótesis Especifica 2

La temperatura influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

Hipótesis nula: La temperatura no influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

Hipótesis alterna: La temperatura influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

4.2.2.1. Diagrama de dispersión y regresión

En la figura N° 17, se presenta el diagrama de dispersión entre la variable dependiente de la producción de maíz y variable independiente la temperatura de los años 2004 al 2014 del departamento de Junín, siendo de conocimiento que la temperatura optima durante la fenología es decir en el crecimiento vegetativo y maduración es de 15°C a 25°C para una producción optima.

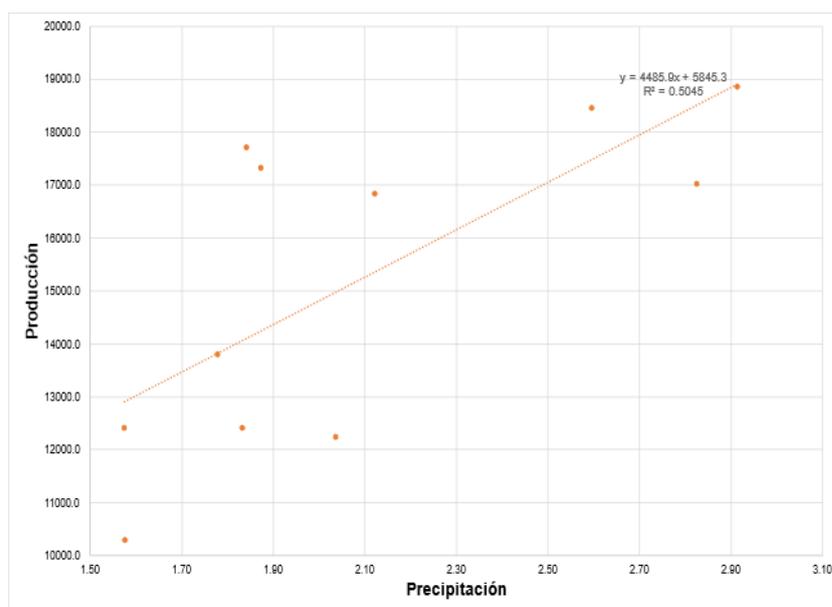


Figura 17: Temperatura - Producción de Maíz 2004 - 2014

4.2.2.2. Prueba de normalidad

En esta prueba de normalidad shapiro-wilk siendo $n < 50$, en la Tabla 16 se observa que la significancia de las variables: temperatura y producción es de 0.909 y 0.121 respectivamente, siendo así mayores a 0.05, por tanto, corresponde a una distribución normal.

Tabla 16: Prueba de normalidad de temperatura y producción de maíz

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	.144	11	.200*	.972	11	.909
Producción	.250	11	.053	.885	11	.121
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Cuando la distribución es normal (Sig. >0.05) corresponde una prueba paramétrica de Pearson.

4.2.2.3. Prueba de normalidad

Los resultados obtenidos en la Tabla 17, indican que la significancia de las variables temperatura y producción es de 0.485 y 0.236 respectivamente, siendo mayor ambos resultados a 0.05 significa que no existe relación entre las variables, por tanto, se acepta la hipótesis nula siendo la conclusión que la temperatura no influye en la fenología de los sistemas productivos: maíz, en la región de Junín.

Tabla 17: Prueba de correlación de temperatura y producción de maíz

Correlaciones			
		Temperatura	Producción
Temperatura	Correlación de Pearson	1	.236
	Sig. (bilateral)		.485
	N	11	11
Producción	Correlación de Pearson	.236	1
	Sig. (bilateral)	.485	
	N	11	11

4.2.3. Hipótesis específica 3

La producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 – 2014 ha disminuido por la influencia de la variabilidad climática.

Hipótesis nula: La producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 – 2014 no ha disminuido por la influencia de la variabilidad climática.

Hipótesis alterna: La producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 – 2014 ha disminuido por la influencia de la variabilidad climática.

4.2.3.1. Diagrama de dispersión y regresión

En la figura N°18 se observa la producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 – 2014.

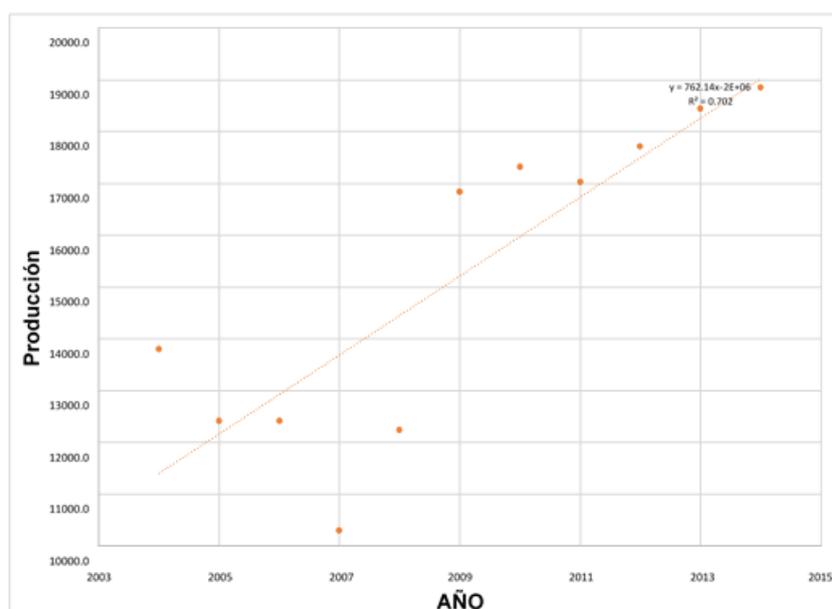


Figura 18: Año y producción de maíz del 2004 – 2014

4.2.3.2. Prueba de normalidad

En esta prueba de normalidad shapiro – wilks siendo $n < 50$ la significancia de las variables año y producción de maíz es 0.870 y 0.121 respectivamente siendo mayor a 0.05, por lo cual es distribución normal por tanto se realizará la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 18: Prueba de normalidad año – producción de maíz

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Año	.090	11	.200*	.968	11	.870
Producción	.250	11	.053	.885	11	.121
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

4.2.3.3. Prueba de normalidad

La prueba de normalidad donde se ejecuta la correlación en el año y la producción obtenida durante el periodo del 2004 y 2014, en la Tabla 19 se observa que la significancia es menor a 0.05, por lo que se concluye que hay una relación significativa

Tabla 19: Correlación de año y producción

Correlaciones			
		Año	Producción
Año	Correlación de Pearson	1	.838**
	Sig. (bilateral)		.001
	N	11	11
Producción	Correlación de Pearson	.838**	1
	Sig. (bilateral)	.001	
	N	11	11
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

4.3. Discusión de resultados

La precipitación en la región de Junín durante los años 2004 al 2014, guarda una relación directa con la producción de maíz durante esos años, debido a que durante toda la fenología de los sistemas productivos fue esencial la precipitación en la región de Junín para obtener la producción de maíz registrada en la tabla N°12.

Según Lino (12) en la tesis se centra en el efecto del cambio climático en el rendimiento de la quinua en el altiplano central del Perú. El estudio utiliza el modelo AquaCrop para simular la productividad potencial de la quinua bajo diferentes regímenes de riego y escenarios climáticos futuros. Se ha calibrado y validado la respuesta de cuatro variedades de quinua a diferentes regímenes hídricos y escenarios climáticos futuros. Concluye que la productividad de la quinua está influenciada por el déficit hídrico y los escenarios climáticos futuros.

La variable climática de la temperatura no fue significativa su relación con la producción de maíz en la región de Junín durante los años 2004 al 2014, ya que este producto dentro de sus estudios necesita de temperatura en el suelo entre 10 °C y 25°C, durante la fenología para así tener resultados esperados.

De forma similar Santa Cruz, concluye que el cambio climático influye en la producción de maíz amiláceo en un 72%, y en el caso del rendimiento un 61% del mismo modo la proyección de la temperatura máxima se incrementara en 1.38°C; temperatura mínima de 0.57°C y la precipitación en unos 126.28mm por el año 2040 en la provincia de Urubamba. (38)

Así también, Ochoa refiere que el cambio climático tiene efecto sobre la producción agrícola en la Anta en el periodo 1997 al 2018, la variación de la temperatura tiene efecto sobre la producción agrícola, existe una relación significativa entre la producción agrícola y la temperatura mínima, esto se valida en los resultados del nivel de significancia (Sig.) el cual es menos a 0.05 para los cultivos de haba granos secos, es decir en los años frío disminuye el rendimiento de dichos cultivos. (39)

En este estudio encontramos que la variabilidad climática siendo la precipitación, guarda una relación directa en la fenología de los sistemas productivos del maíz, y por otro lado la temperatura no guarda relación con la fenología del maíz siendo esto ambos resultados que la variabilidad climática aún sigue siendo afectada por la actividad humana.

En otro estudio, refiere que un porcentaje significativo de la población rural (el 43,3%) vivía en zonas muy sensibles al cambio climático, mientras que el 9,3% vivía en zonas muy expuestas y el 11,3% tenía una capacidad muy baja para hacer frente a los impactos del cambio climático. El conocimiento local

sobre la vulnerabilidad agrícola y puede utilizarse para desarrollar planes de acción y medidas de adaptación a fin de preparar a la población para los impactos del cambio climático.(14)

Así mismo Villar, ha determinado que la variabilidad climática registrada en los años 2000 al 2017 en la provincia de Acomayo ha tenido un efecto positivo en la producción de papa, con una superficie cosechada que incrementó aproximadamente en un 50 % en Acomayo - Cusco. (40)

CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta investigación es demostrar el impacto de la variabilidad climática en la fenología de los sistemas productivos del maíz.

El departamento de Junín ubicado en la región natural de suni porque se encuentra ubicado entre 1500 m.s.n.m a 3800 m.s.n.m, así mismo cuenta con un total de 57,1mil hectáreas de área agrícolas de acuerdo a RM. N° 0322 – 2020 – MINAGRI, así mismo los perfiles de los suelos son profundos, un drenaje efectivo y con características por una textura moderada , como los limos, los limos arenosos y los limos arcillas . El rango para ver la fenología de los sistemas productivos del maíz es ideal la precipitación que oscila entre 500 mm y 700 mm, y requiere una temperatura media del suelo de 10°C que aumentar progresivamente hasta 25°C.

Los resultados derivados de este estudio se ha concluido que las variaciones en las condiciones climáticas específicamente la precipitación es significativa durante la fenología del maíz y obteniendo como resultado la producción del maíz en la región de Junín. En cuanto la variable de la temperatura se observó el rango de temperatura de 15°C y 25°C que este no tiene significancia durante la producción de maíz, sin embargo, se sabe que es una variable importante para la fenología de los sistemas productivos del maíz. En el período comprendido entre 2004 y 2014, se ha observado una correlación positiva constante entre los niveles de precipitación, que oscilan entre 1,5 y 2,90 mm/día, y el rendimiento del maíz están relacionados directamente en la producción de maíz. En consecuencia, se puede deducir que la temperatura y precipitación desempeñan un papel importante en los aspectos fenológicos del cultivo del maíz.

De acuerdo a Pizzini (17) la tesis analiza la inclusión de los objetivos y acciones de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) en las políticas sectoriales y los planes institucionales del Perú. Examina en qué medida las líneas de acción de la ENCC se reflejan en los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) de diversas instituciones, entre ellas el Ministerio de Ambiente (MINAM) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El documento destaca la necesidad de integrar mejor los objetivos y las acciones de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC) en los planes institucionales para guiar los esfuerzos efectivos de mitigación y adaptación al cambio climático. También analiza el papel de INFORCARBONO a la hora de proponer la posición nacional sobre el cambio climático en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La tesis concluye con recomendaciones para mejorar la conexión entre los planes sectoriales, los planes institucionales y las líneas de acción de la ENCC a fin de mejorar la comprensión y la implementación de las acciones contra el cambio climático.

RECOMENDACIONES

Reforzar el sistema de apoyo a los agricultores donde se debe considerar la realidad social, cultura, económica, ambiental y climática de la región Junín para la siembra del maíz, mediante los planes que diferentes instituciones públicas y privadas que se tiene en el Perú en materia de agricultura y medio ambiente.

Para la obtención de información de la variabilidad climática (temperatura, precipitación y otros) debe optimizar en contar con un medio de comunicación oficial para la divulgación de esta información en tiempo real de las estimaciones de los riesgos climáticos y de la vulnerabilidad para el sector agrario.

Así mismo es importante en emplear técnicas, tecnología y otros que sean necesarios para realizar una agricultura sostenible, debido a que la región de Junín debe brindar oportunidades a las generaciones que están en pleno ingreso al sector económico y el desarrollo los sistemas productivos de las semillas con referencia a la vulnerabilidad climática.

Fortalecer, mejorar y brindar otras alternativas en las vías de transporte porque siendo este un medio muy importante para la actividad económica y agrícola para la población del departamento de Junín para que así la población fortalezco la parte económica, social y otros.

REFERENCIAS

1. TRAÑEZ, Carmen. Análisis de los factores y sistemas productivos del cultivo de maíz (zea mays L.) en la comunidad de Anchonga -Angaraes - Huancavelica. Online. Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3062>
2. CARRERA, Gleni. Evaluación de la influencia del cambio climático en los cultivos de Solanum tuberosum y zea mays en la microcuencia de Calicanto en Apurímac. . 2019.
3. FAO. Cambio climático y sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe. Online. 2023. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://www.fao.org/americas/prioridades/cambio-climatico/es/>
4. SCIDEVNEV. Rendimiento del maíz amenazado por el cambio climático. América Latina y el Caribe. Online. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://www.scidev.net/america-latina/news/rendimiento-del-maiz-amenazado-por-el-cambio-climatico/>
5. REDACCIÓNRPP. SENAMHI alerta ola de calor en la selva baja central y sur | RPP Noticias. Online. 15 September 2015. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://rpp.pe/peru/actualidad/senamhi-alerta-ola-de-calor-en-la-selva-baja-central-y-sur-noticia-835872>
6. MOLINA, Alessandra. Diagnóstico de vulnerabilidad de la actividad acuícola frente al cambio climático en la Región Junín. Online. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2020. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4508>Accepted: 2020-11-30T20:31:19Z
7. SENAMHI. SENAMHI - Perú. Online. 12 December 2023. [Accessed 12 December 2023]. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>
8. REDACCION THE FOOD TECH. La importancia del maíz y su impacto en la economía y la cultura mundial. THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas. Online. 20 October 2022. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/la-importancia-del-maiz-y-su-impacto-en-la-economia-y-la-cultura-mundial/>

9. MEDINA HINOSTROZA, Tulio, CAÑEDO TORRES, Delicia, AGUIRRE ASTURRIZAGA, Carlos and TELLO FERNÁNDEZ, Hernán. Línea de base de la diversidad genética del maíz peruana con fines de bioseguridad. . 2018.
10. BCRP. Caracterización del departamento de Junín. 2021.
11. BOLAÑOS, Hermila, VÁZQUEZ, Maricela, JUÁREZ, Guillermina and GONZÁLEZ, Gerardo. Cambio climático: Una percepción de los productores de maíz de temporal en el estado de Tlaxcala, México. CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 2 July 2019. Vol. 8, no. 16, p. 1–26. DOI 10.23913/ciba.v8i16.89.
12. LINO, Vanessa. “Efecto del cambio climático en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) bajo condiciones de sequía en ambientes andinos utilizando el modelo Aquacrop.”. . 2020.
13. MAYO, Milca. Vulnerabilidad del sector agrícola ante los efectos del cambio climático en el Municipio de Palenque, Chapas..pdf. . 2021.
14. AHUMADA-CERVANTES, Ramiro, VELÁZQUEZ-ANGULO, Gilberto and AHUMADA-CERVANTES, Brenda. Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México. Acta Universitaria. 13 April 2018. Vol. 28, no. 1, p. 46–56. DOI 10.15174/au.2018.1351.
15. TORRES CIFUENTES, Joselyn. Estudio de la amenaza a la sequía meteorológica y percepción de la población Mapuche-Lavkenche en la comuna de Tirúa, Región del BIOBÍO. . Concepción, 2023.
16. ATALAYA ROJAS, Gladys Albina Atalaya. Percepción de cambio climático de los productores de café en el distrito de Pichanaqui, Chanchamayo - Junín. . UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2023.
17. PIZZINI DUARTE, Fiorella Martina. Estado de la inclusión del enfoque de cambio climático en los principales instrumentos de gestión de los sectores ambiente, agricultura, pesca y turismo. Online. Universidad Científica del Sur, 2019. [Accessed 24 October 2023].
18. LOZANO, Arlitt, ALVAREZ, Carlos and MOGGIANO, Nabilt. Climate change in the Andes and its impact on agriculture: a systematic review. Scientia Agropecuaria. 15 March 2021. Vol. 12, no. 1, p. 101–108. DOI 10.17268/sci.agropecu.2021.012.
19. CHIRINOS, Raymundo G. Efectos económicos del cambio climático en el Perú. . 2021.

20. BORGES, Magdalena, HASTINGS, Florencia, RIZZO, Gonzalo, CAMPOS, Federico and JONES, Cecilia. Evaluación de los impactos del cambio climático en la agricultura en Uruguay. Online. FAO, 2020. [Accessed 27 August 2023]. ISBN 978-92-5-131995-6.
21. NARRO LEÓN, Teodoro Patricio and PIÑA DÍAZ, Peter Chris. Manual de producción de maíz amiláceo. . 2020. 2020.
22. BARANDIARÁN GAMARRA, Miguel Ángel. Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. . 2020.
23. GALINDO HUAMÁN, Otto. Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de maíz amiláceo. 2021.
24. SÁNCHEZ, Felix, DIONISIO, Angela, RICSE, Juan, CHUNHUAY, Yobert and CAAVILCA, Miguel. El cultivo del maíz blanco amiláceo en la cuenca media del Mantaro. Online. August 2019. Available from: <https://www.desco.org.pe/el-cultivo-del-maiz-blanco-amilaceo-en-la-cuenca-media-del-mantaro-boletin-tecnico>
25. LA RIVA ANDRADE, Diana Carolina. Análisis de los efectos de los cambios en la temperatura sobre la seguridad alimentaria de los hogares peruanos. . PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2020.
26. STOCKER, Thomas F, QIN, Dahe, PLATTNER, Gian-Kasper, TIGNOR, Melinda M B, ALLEN, Simon K, BOSCHUNG, Judith, NAUELS, Alexander, XIA, Yu, BEX, Vincent and MIDGLEY, Pauline M. Parte de la contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. .
27. YZARRA TITO, Wilfredo and LÓPEZ RÍOS, Francisco. Manual de observaciones fenológicas. 2011.
28. SENAMHI. Un buen clima: glosario de términos meteorológicos. Repositorio Institucional - SENAMHI. Online. September 2018. [Accessed 22 August 2023]. Available from: <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/255>Accepted: 2020-02-14T20:57:16Z
29. SENAMHI. Glosario de términos relacionados a sequías gestión de riesgo y cambio climático 2021. 2021.
30. CASTRO, Anabel, DAVILA, Cristina and LAURA, Wil. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. 2021.

31. SENAMHI. Boletín de riesgo agroclimático para el cultivo del maíz Online. Cuenca Rio Cajamarca, 2020. [Accessed 4 October 2023]. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/03715SENA-37.pdf>

32. WISMANN FACIL, Anel Alexandra. Distribución espacial del pH de las precipitaciones pluviales del Valle del Mantaro durante el periodo 2005 - 2014. Online. Huancayo : Universidad Continental, 2018. [Accessed 19 November 2023]. Available from: http://repositoriodemo.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4898/1/INV_FIN_107_TE_Wismann_Facil_2018.pdf

33. ARIAS, Fideas G. El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 5ta. Edición. . Fideas G. Arias Odón, [no date]. Google-Books-ID: y_743ktfK2sC

34. CARRASCO DIAZ, S. Metodología de la Investigación Científica. . 2006.

35. MIDAGRI. Midagri: Perú tiene una superficie agrícola de 11.6 millones de hectáreas a nivel nacional. Online. [Accessed 1 November 2023]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/325509-midagri-peru-tiene-una-superficie-agricola-de-11-6-millones-de-hectareas-a-nivel-nacional>

36. MIDAGRI. Midagri: Perú tiene una superficie agrícola de 11.6 millones de hectáreas a nivel nacional. Online. 2021. [Accessed 12 December 2023]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/325509-midagri-peru-tiene-una-superficie-agricola-de-11-6-millones-de-hectareas-a-nivel-nacional>

37. CALLUPE, Francisco and CAMPOS, Miguel. Caracterización del departamento de Junín. 2021.

38. SANTA CRUZ BERRIOS, Edgvar. Efecto-del-cambio-climático-en-la-producción-de-maíz-amiláceo-de-la-provincia-de-Urubamba-durante-1980-2040. . Universidad andina del Cuzco, 2023.

39. OCHOA TERAN, Karina. Cambio climático: efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa - Cusco 1997 - 2018. . [no date].

40. VILLAR BERNAOLA, Lucía. “Efectos de la variabilidad climática (temperatura y precipitación) en la seguridad alimentaria en Acomayo - Cusco. . 2019.