

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACIÓN



**INFLUENCIA DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS EN LA FENOLOGÍA DE
3 CULTIVOS DE IMPORTANCIA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA, CAMPUS
UNAG, CATACAMAS, OLANCHO.**

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PREVIO A LA REALIZACIÓN DEL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

POR:

KATHERINE ALEJANDRA OCAMPO MORALES

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE 2025

**INFLUENCIA DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS EN LA FENOLOGÍA DE
3 CULTIVOS DE IMPORTANCIA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA, CAMPUS
UNAG, CATACAMAS, OLANCHO.**

POR:

KATHERINE ALEJANDRA OCAMPO MORALES

M.Sc. RAMÓN CANACA

DIRECTOR DE TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe de Tesis certificamos que:

El estudiante **KATHERINE ALEJANDRA OCAMPO MORALES** del IV Año de Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales presentó su informe intitulado:

“INFLUENCIA DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS EN LA FENOLOGÍA DE 3 CULTIVOS DE IMPORTANCIA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA, CAMPUS UNAG, CATACAMAS, OLANCHO”

El cual, a criterio de los evaluadores, _____ el presente Informe Final de Tesis como requisito previo para optar al título de Ingeniero en Gestión Integral de los Recursos Naturales.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los _____ días den mes de diciembre de dos mil veinticinco.

M.Sc. Ramon León Canaca
Director de Tesis

M.Sc. Carlos Humberto Amador
Jurado de Tesis

Ph.D. José Trinidad Reyes
Jurado de Tesis

DEDICATORIA

A **Dios** que esta por sobre todas las cosas y ha permitido el proceso de todos los proyectos en mi vida, a mi familia que ha trabajado incansablemente para poder brindarme el apoyo necesario en especial a mi padre **Julio Ocampo**, mi madre **Rosa Morales**, mi tío **Jorge Euceda**, mi tío **Jairo Ocampo**, mis hermanos **Antonia y Jorge**, mi tía **Lucia Morales** y bisabuela **Rosa Portillo** quienes se han encargado todo el tiempo de darme palabras de aliento cuando el camino ha sido pesado, sin ustedes todo esto no podría ser posible.

A mi abuelo **Jorge Ocampo** y abuela **Concepción Euceda** quien en vida siempre fueron y vieron luz en mí, hoy sus palabras de optimismo tienen resultados positivos, sin importar donde estén los tendré presentes en cada uno de mis logros.

A **Shirley Zambrano** que estuvo en los momentos más críticos y no dudo nunca en brindarme su apoyo y compañía, hoy rinde frutos el trabajo de muchos meses y este logro es tuyo también.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mis padres, hermanos y mi familia en general, agradezco ver siempre lo bueno en mí y mostrarme mis capacidades aun cuando yo dudo.

Agradezco a mis asesores M.Sc. **Ramón Canaca**, M.Sc. **Carlos Amador** y Ph.D. **José Reyes**, por constante apoyo y guía durante el desarrollo de esta tesis. Su experiencia y consejos fueron fundamentales para el logro de este trabajo.

A Shirley Zambrano, Wilson Alvarado, Anny Laínez, Carmen Licon, Kimberly Mejía, Yeri Girón, Rubí Alvarado, conocerlos en esta honorable casa de estudios sin duda alguna es uno de mis mejores tesoros.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	1
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo General	13
2.1.1. Objetivos específicos.....	13
III. HIPÓTESIS.....	14
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
4.1. Cambio Climático.....	15
4.2. Variabilidad Climática.....	15
4.3. Creciente demanda de alimentos	16
4.4. Escenarios del cambio climático	17
4.5. Modelos Fenológicos.....	17
4.6. Tipos de modelos fenológicos	17
4.7. Cultivo maíz	18
4.7.1. Fenología del cultivo de Maíz	18
4.7.2. Variables	19
4.8. Frijol	20
4.8.1. Fenología del cultivo de Frijol	20
4.8.2. Variables	20
4.9. Arroz.....	21

4.9.1.	Fenología del cultivo de arroz	21
4.9.2.	Variables	22
4.10.	Temperatura optima.....	22
4.11.	Tiempo térmico	23
4.12.	Incidencia de la temperatura sobre la polinización	23
V.	MATERIALES Y METODOS	24
5.1.	Ubicación del área de estudio.....	24
5.2.	Materiales e instrumentos	24
5.3.	Enfoque metodológico.....	25
5.4.	Diseño experimental	25
5.5.	Población y muestra	26
5.6.	Manejo de los cultivos.....	26
5.7.	Variables.....	27
5.8.	Variables fenológicas del cultivo de maíz	27
5.8.1.	Altura planta.....	27
5.8.2.	Floración masculina	27
5.8.3.	Floración femenina.....	27
5.8.4.	Altura de mazorca	28
5.8.5.	Longitud de mazorca.....	28
5.8.6.	Diámetro de la mazorca.....	28
5.8.7.	Hileras por mazorca	28
5.8.8.	Número de granos por hilera.....	28
5.8.9.	Índice de desgrane.....	28
5.8.10.	Rendimiento del cultivo de maíz	28
5.9.	Variables a medir del cultivo de frijol	29

5.9.1. Altura de la planta	29
5.9.2. Días de floración	29
5.9.3. Días de madurez fisiológica	29
5.9.4. Número de vainas por planta.....	29
5.9.5. Número de granos por vainas.....	29
5.9.6. Peso en 100 gramos.....	30
5.9.7. Rendimiento	30
5.10. Variables a medir del cultivo de arroz	31
5.10.1. Días a emergencia	31
5.10.2. Altura de planta	31
5.10.3. V4.....	31
5.10.4. V8.....	31
5.10.5. Días a antesis.....	31
5.10.6. Filocrono	31
5.10.7. Macollos por m ²	31
5.10.8. Número de espigas	31
5.10.9. Número de granos	31
5.10.1. Rendimiento	32
5.11. Recolección de datos	32
5.12. Análisis de datos.....	32
VI. RESULTADO Y DISCUSIONES	33
6.1. Resultado variables climáticas y edáficas	33
6.2. Variables fenológicas	38
6.3. Análisis de correlación y regresión	44
6.3.1. Análisis de correlación y regresión rendimiento cultivo de maíz	44

6.3.2. Análisis de correlación y regresión rendimiento cultivo de arroz	44
VII. CONCLUSIONES	46
VIII. RECOMENDACIONES	47
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
X. ANEXOS.....	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ciclo fenológico del maíz.....	18
Tabla 2. Variables climáticas y edáficas del cultivo de maíz.....	19
Tabla 3. Etapas fenológicas del frijol (Marqueria L. et al. 2021).....	20
Tabla 4. Variables climáticas y edáficas en el cultivo de frijol.....	21
Tabla 5. Variables climáticas y edáficas en el cultivo de frijol.....	21
Tabla 6. Variables climáticas y edáficas del cultivo de arroz	22
Tabla 7. Análisis macro nutrientes de abono y fertilizantes.....	26
Tabla 8. Análisis de micro nutrientes de abono y fertilizantes.....	27
Tabla 9. Matriz de variables fenológicas del cultivo de maíz	27
Tabla 10. Matriz de variables del cultivo de frijol	30
Tabla 11. Matriz de variables del cultivo de arroz	31
Tabla 12. Periodo del cultivo del maíz	35
Tabla 13. Acumulación de la variable precipitación y la variable temperatura entre variables fenológicas del cultivo de maíz	35
Tabla 14. Periodo del cultivo del frijol.....	36
Tabla 15. Periodo del cultivo del arroz	37
Tabla 16. Acumulación de la variable precipitación y la variable temperatura entre variables fenológicas del cultivo de arroz.....	37
<i>Tabla 17. Análisis de suelo.....</i>	<i>38</i>
Tabla 18. Análisis de micro y macro nutrientes del suelo.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa ubicación de parcelas	24
Figura 2. Distribución de parcelas	25
Figura 3. Variables climáticas a) precipitación, b) Temperatura, c) Radiación, d) Humedad	33
Figura 4. Gráfica altura de mazorca	39
Figura 5. Gráfica longitud de mazorca	39
Figura 6. Gráfica número de granos por hilera.....	40
Figura 7. Gráfica altura.....	40
Figura 8. Gráfica días a emergencia	41
Figura 9. Gráfica V4.....	42
Figura 10. Gráfica V8.....	42
Figura 11. Gráfica macollos por m ²	43
Figura 12. Gráfica número de espigas	43
Figura 13. Gráficas de correlación y regresión rendimiento del cultivo de maíz en función de las variables climáticas a) Precipitación b) Temperatura	44
Figura 14. Gráficas de correlación y regresión rendimiento del cultivo de arroz en función de las variables climáticas a) Precipitación b) Temperatura c) Radiación y d) Humedad Relativa	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Monitoreo germinación y V4 plántulas de arroz	53
Anexo 2. Instalación de sistema de riego	53
Anexo 3. Preparación y siembra.....	53
Anexo 4. Monitoreo crecimiento siembra 1 y 2	53
Anexo 5. Antesis planta arroz	54
Anexo 6. Plántulas de frijol dañadas por exceso de lluvias.....	54
Anexo 7. Daño plántula de maíz	54
Anexo 8. Daño plántula de maíz	54
Anexo 9. Limpieza y vista entre fecha de siembra 1 y 2.....	54
Anexo 10. Monitoreo frijol.....	54
Anexo 11. Medición de variables fecha 1	55
Anexo 12. Evaluación de pérdida de parcelas de frijol luego de temporada lluviosa.....	55
Anexo 13. Medición de variables en fecha 1.....	55
Anexo 14. Toma de datos del cultivo de maíz	55
Anexo 15. Caída prematura de vainas en plántulas de frijol fecha de siembra 1	55
Anexo 16. Limpieza y monitoreo de fecha de siembra 3	55
Anexo 17. Toma de datos fecha 3	56
Anexo 18. Toma de datos fecha 1 y 2	56
Anexo 19. Toma de muestras fecha 3.....	56
Anexo 20. Análisis y toma de muestra de suelo.....	56
Anexo 21. Limpieza y monitoreo fecha de siembra 2 y 3.....	56
Anexo 22. Recolección de datos para el cultivo de maíz	57
Anexo 23. Conteo y peso de granos para el cultivo de maíz.....	57
Anexo 24. Almacenamiento y secado	57
Anexo 25. Toma de muestras cultivo de arroz	57
Anexo 27. Medición de humedad para el rendimiento.....	58
Anexo 26. Análisis físico químicos del laboratorio de suelo.....	58
Anexo 32. Análisis de varianza longitud de mazorca para el cultivo de maíz	58
Anexo 33. Análisis de varianza para altura mazorca para el cultivo de maíz	58
Anexo 39. Análisis de varianza del cultivo de frijol para la variable altura.....	59

Anexo 35. Análisis de varianza del cultivo de maíz para la variable número de granos por mazorca.....	59
Anexo 40 Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable días a emergencia.....	60
Anexo 41. Análisis de varianza del cultivo de frijol para la variable vainas por planta	60
Anexo 42. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable V4.....	60
Anexo 46. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable espigas por planta.....	61
Anexo 47. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable macollos por m ²	61
Anexo 45. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable V8.....	61

I. INTRODUCCIÓN

Los factores climáticos son de suma importancia para el desarrollo fenológico de las plantas, y a su vez vitales para la preservación de la seguridad alimentaria a nivel mundial. El incremento de la temperatura como consecuencia del cambio climático deja en un estado de vulnerabilidad las áreas de mayor importancia en la seguridad alimentaria (Díaz Cordero 2012), es por ello que los agricultores a lo largo de la historia han encontrado la manera de adaptarse a las condiciones climáticas, sin embargo, el contexto actual se caracteriza por la incertidumbre y una aceleración en la variación climática, la cual deja a la deriva las capacidades de adaptación de los productores (David y Tapia 2025).

De acuerdo a lo antes mencionado sabemos que la afectación del cambio climático tiene una fuerte incidencia en el desarrollo fenológico de los cultivos, es por ello que crece la necesidad de establecer, modelos fenológicos como herramientas para sintetizar el conocimiento agronómico, a través de probar hipótesis, describir y entender estos sistemas y la comparación de diferentes situaciones; donde se utilizan como soporte para la toma de decisiones de manejo y planeación de la producción (Chaves y Flórez 2011). Con estos se busca establecer el objetivo de la modelación creando un modelo que opere y produzca una imitación lo más cercana posible al mundo.

En la región tropical Honduras se prevén los mayores cambios en el clima, parte de los cuales ya se han percibido en la última mitad del siglo pasado. Este aumento de temperatura, acompañado de la intensificación de los periodos secos y de calor y la reducción de las lluvias, está provocando un déficit de agua y consecuentemente, un cambio en las zonas y tiempos aptos para los diferentes cultivos (Bouroncle et al. 2022).

Es por ello que la realización de estudios sobre el desarrollo fenológico en contraste de las variables climáticas, nos permite comprender como el comportamiento del clima. Usando así estos eventos a nuestro favor, reduciendo el riego de perdidas en cultivos y garantizando la seguridad alimentaria de la población y una guía segura para los productores, que les permita identificar los momentos óptimos de siembra.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Evaluar la influencia de los principales elementos climáticos y del suelo para el desarrollo fenológico en los cultivos de maíz, frijol y arroz.

2.1.1. Objetivos específicos

- a. Evaluar los parámetros de las variables climáticas y el suelo sobre el rendimiento de los cultivos.
- b. Determinar la fecha de siembra más conveniente entre las fechas de siembra para cada uno de los cultivos.
- c. Aporte fenológico que permita entender la relación de las variables fenológicas y edáficas con las condiciones climáticas.

III. HIPÓTESIS

Hipótesis nula

No existe diferencia significativa en la incidencia de los parámetros climáticos y edáficos sobre la fenología de los cultivos.

Hipótesis alternativa

Algún cultivo presento diferencia significativa sobre la incidencia climática y edáficas alterando alguna de las características fenológicas de los cultivos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Cambio Climático

El cambio climático (CC) se atribuye como el cambio del clima que afecta directa o indirectamente a la actividad humana, todo esto dado que altera la composición de la atmósfera y se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables (Bogaert García 2012). Este representa un factor de riesgo para el éxito de las acciones encaminadas a la reducción de la pobreza, para la seguridad alimentaria, la salud pública, educación, en general para el desarrollo humano; siendo elementos que de no atenderse aumentan la vulnerabilidad de la población (Zamora Martinez 2015).

El CC se considera un factor que altera la producción agrícola mundial, con impacto negativo en la disponibilidad de alimentos. La estabilidad de los sistemas alimentarios puede estar en riesgo debido a la variabilidad de la oferta a corto plazo (Borrego 2019).

La agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y plagas. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo (Jacobs y Quack 2018).

4.2. Variabilidad Climática

El concepto de variabilidad climática puede ser definido en función de términos temporales o espaciales (desviaciones temporales o espaciales de las variables con respecto a los promedios considerados). En la escala temporal y más allá del orden de la escala sinóptica (varios días) se puede hablar, por ejemplo, de variabilidad intraestacional, estacional, del ciclo anual o inter-anual, para caracterizar las señales o elementos que distinguen las condiciones de un área o región con respecto a sus promedios sobre el periodo elegido (Amador et al. 2009).

La variabilidad climática hace referencia a las variaciones en los valores promedios del clima a escala temporal y espacial, más allá de los eventos individuales del tiempo. Como ejemplos de variabilidad climática se tendrían sequías extendidas, inundaciones y condiciones resultantes de los eventos de El Niño y La Niña (Ramírez B. et al. 2011).

El clima de Honduras es muy variado ya que la orografía del territorio es muy montañosa por lo que se registran cambios de temperatura de más de 20 °C, desde las zonas costeras

hasta la punta de los picos más altos; esta misma orografía, marca la diferencia entre la distribución anual de la lluvia, la cual es distinta en el litoral Caribe, al resto del país donde muestran dos estaciones bien marcadas: la seca y la lluviosa (Argenal 2003).

No obstante se tiene establecido que el impacto de las fases extremas de la variabilidad climática y del cambio climático en la sociedad no ha sido homogéneo dado que existen grupos y sectores con mayor o menor grado de vulnerabilidad; por ejemplo, en Latinoamérica la intensidad y ocurrencia de eventos climáticos catastróficos afectan de manera más dramática a territorios rurales en donde habitan campesinos, afrodescendientes e indígenas (Pinilla-Herrera et al. 2012).

4.3. Creciente demanda de alimentos

La demanda de productos agropecuarios continuará creciendo con mayor lentitud. El mundo en su conjunto tiene potencial de producción suficiente para satisfacer la demanda. Sin embargo, los países en desarrollo dependerán más de las importaciones agrícolas y la seguridad alimentaria en muchas zonas pobres no mejorará sin incrementos sustanciales de la producción local (FAO 2002).

Los principales factores determinantes de la inseguridad alimentaria y la malnutrición, en particular pertenecen tanto a los conflictos de intereses, la variabilidad del clima y los fenómenos climáticos extremos, así como las desaceleraciones y recesiones económicas. Se estima que en 2023 el 28,9 % de la población mundial (2 330 millones de personas) padeció inseguridad alimentaria moderada o grave, es decir, careció de acceso sistemático a una alimentación adecuada (FAO et al. 2024). La incidencia de los precios ya sea por costo de producción de alimentos entre varios factores inciden en la obtención de alimentos para la población en general.

La pandemia de COVID-19 y la afectación de dos huracanes en el 2020, hicieron evidente la vulnerabilidad del sistema alimentario de Honduras, donde el consumo a nivel local es limitado, al no contar con un mercado nacional estructurado y cuya demanda está delimitada por el nivel educativo y sensibilización de los compradores. Por otra parte, se evidencia que en los últimos años la industria agrícola nacional, ha dado un vuelco hacia el interés de productos no tradicionales tipo exportación. Este auge, está desplazando la actividad productiva de alimentos de consumo interno (Guacho et al. 2023).

La producción total de alimentos en Honduras sigue creciendo, pero por el crecimiento de la población, la disponibilidad de tierra agrícola per cápita tiende a la baja. Honduras depende de manera importante de las importaciones de alimentos, particularmente cereales. El aumento en el uso de tecnología como el uso de fertilizantes en la producción de alimentos, el aumento en la temperatura promedio anual, el crecimiento de exportaciones de alimentos,

y la urbanización son motores importantes de los cambios recientes en el sistema alimentario (Secretaría de Coordinación General de Gobierno. 2021).

4.4.Escenarios del cambio climático

El cambio climático causado por el ser humano ya está afectando muchos extremos climáticos y meteorológicos en todas las regiones del mundo. Esto ha llevado a impactos adversos generalizados en la seguridad alimentaria y del agua, la salud humana y en las economías y la sociedad, así como a pérdidas y daños relacionados a la naturaleza y a las personas (alta confianza). Las comunidades vulnerables que históricamente han contribuido menos al cambio climático actual se ven afectadas de manera desproporcionada.

4.5.Modelos Fenológicos

La Fenología estudia las fases del ciclo vital de los seres vivos y cómo las variaciones estacionales e interanuales del clima les afectan, poniendo en evidencia la relación existente entre el clima y la vida. su estudio no puede ser realizado por mecanismos de medición ni por sensores automáticos, se basa en la observación directa y periódica del entorno y de sus especies, llevadas a cabo por el ser humano (Bendaña 2018).

La modelación simplifica al máximo posible una situación en estudio, a través de una representación, generalmente matemática, del sistema de interés. El objetivo de la modelación es crear un modelo que opere y produzca una imitación lo más cercana posible al mundo o situación real a través de un proceso conocido como simulación.

El desarrollo de cultivos, plagas y enfermedades depende de la temperatura ambiental, lo que permite determinar sus temperaturas umbrales y óptimas de crecimiento. Con esta información, se pueden crear modelos matemáticos para predecir el desarrollo fenológico de estos factores según sus necesidades térmicas, ayudando a anticipar eventos desfavorables para los cultivos. El uso de redes satelitales y estaciones meteorológicas facilita el registro de datos climáticos, y las tecnologías computacionales permiten almacenar y procesar estos datos, lo cual es crucial para la agricultura moderna (Valdez-Torres et al. 2012).

4.6.Tipos de modelos fenológicos

En el manual de observaciones fenológicas Yzarra y López (2011) mencionan que la disponibilidad de información fenológica constituye una herramienta muy importante dentro del sistema de monitoreo agrometeorológico, pues permite conocer el impacto cualitativo y cuantitativo del tiempo y en la producción agrícola nacional. las observaciones agrometeorológicas se realizan las observaciones de la planta y de su medio ambiente físico en forma conjunta. Estas observaciones son importantes porque permiten determinar:

a) Los requerimientos bioclimáticos de los cultivos

b) Calendarios agrícolas

c) Zonificaciones agroclimáticas

d) Herramientas para una planificación de la actividad agrícola

Los modelos fenológicos debido a su orientación y adaptación hacia la simulación del crecimiento y desarrollo de cultivos anuales, se encuentran algunos ejemplos como los modelos CERES, APSIN y STICS sobresalen dentro del grupo de modelos de producción de cultivos (Chaves y Flórez 2011). Cada uno creado a partir de estudios diferentes que van desde el desarrollo, crecimiento y rendimiento de diferentes cultivos, hasta modelos capaces de desarrollarse a partir de condiciones bioquímicas del suelo como ser el pH.

4.7.Cultivo maíz

4.7.1. Fenología del cultivo de Maíz

El maíz es el cultivo C4 más importante del mundo. Se encuentra que en la mayoría de las regiones del mundo el rendimiento de maíz disminuirá para finales del Siglo XXI bajo diferentes escenarios de emisiones de GEI; principalmente, por incremento de la temperatura y disminución de la precipitación. La disponibilidad y captación de la radiación solar, el agua y los nutrientes son factores básicos para el crecimiento de la planta de maíz y su supervivencia. Otras afectaciones podrían derivarse del incremento de plagas, malezas y enfermedades (Ahumada et al. 2014).

Emergencia	Aparición de hojas	Panoja	Espiga	Maduración lechosa	Maduración Pastosa	Maduración Córnea
Aparición de las plantitas por encima de la superficie del suelo.	Comienza desde que aparecen las dos primeras hojas, debiéndose anotar como fase "dos hojas", y así sucesivamente de acuerdo al número de hojas que vayan saliendo hasta el inicio de la fase panoja.	Se observa salir la panoja de la hoja superior de la planta, sin ninguna operación manual que separen las hojas que la rodean.	Salida de los estigmas (barba o cabello de choclo), se produce a los ocho o diez días después de la aparición de la panoja.	Se ha formado la mazorca; y los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.	Los granos de la parte central de la mazorca adquieren el color típico del grano maduro. Los granos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa.	Los granos de maíz están duros. La mayoría de las hojas se han vuelto amarillas o se han secado.

Tabla 1. Ciclo fenológico del maíz

4.7.2. Variables

La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar (Trinidad Santos y Aguila Manjarrez 1999). El maíz es exigente en cuanto a temperatura, siendo este el principal factor controlador del crecimiento y desarrollo de este cultivo, siempre que exista una humedad adecuada (Miranda y Confalone 2022). En cuanto a la radiación solar la consecuencia directa de una mayor cantidad de radiación interceptada por el cultivo es una mayor biomasa a madurez de la relación entre la biomasa producida y la radiación interceptada se deduce la eficiencia en el uso de la radiación (EUR), el maíz es una especie que posee mayor EUR que los cereales de invierno como el trigo o la cebada (Murillo 2021).

La textura del suelo, varía de unos horizontes a otros, siendo una característica propia de cada uno de ellos por lo que es tan importante el análisis de los diferentes horizontes del suelo uno a uno (Gisbert Blanquer et al. 2010). El pH se correlaciona con la conductividad eléctrica y con el carbonato de Calcio, y este último también con la conductividad eléctrica. Las necesidades hídricas o de agua varían en las diferentes fases del cultivo, cuando las plantas comienzan a nacer requieren una menor cantidad de agua, pero manteniendo una humedad constante (Cruz 2017).

	Variables	Descripción
Climáticas	Temperatura	Los umbrales de temperatura requeridos van de $T_b \approx 8-10^\circ\text{C}$, $T_{op} \approx 30-35^\circ\text{C}$ y $T_x \approx 40-45^\circ\text{C}$.
	Precipitación	Aproximadamente el maíz necesita disponer de 5 milímetros de agua por día.
	Radiación solar	Depende del tiempo requerido para alcanzar la intercepción máxima.
Edáficas	pH	Un pH óptimo para el cultivo de maíz oscila entre 6 y 7.2.
	Humedad del suelo	Requiere aproximadamente de 600 a 700 mm de agua durante su ciclo vegetativo.
	Textura	El maíz es una planta de gran desarrollo radicular, necesita suelos planos y profundos, de textura franca a franco-arcillosa.

Tabla 2. Variables climáticas y edáficas del cultivo de maíz

4.8.Frijol

4.8.1. Fenología del cultivo de Frijol

El cultivo de frijol es la principal fuente de proteína vegetal para la mayoría de la población rural y urbana de escasos recursos en Centro América y El Caribe. Su rendimiento promedio en Honduras es bajo (<800 kg/ha) debido a factores de clima, fertilidad, plagas, enfermedades y la escases de recursos (Rosas 2003). La alta vulnerabilidad de la producción de frijol rojo ante la incidencia del cambio climático es el motivo de que los productores no tengan la misma capacidad de adaptación que los demás países centroamericanos (Tapia y Mayorga 2015).

Emergencia	Hojas primarias	Primera hoja trifoliada	Tercera hoja trifoliada	Btón floral	Floración	Formación de vainas	Llenada de vainas	Maduración
Se inicio cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo	Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Esta fase termina cuando la primera hoja trifoliada está completamente desplegada	Cuando la primera hoja trifoliada se encuentra completamente abierta, con los foliolos ubicados en un plano y por debajo de las hojas primarias.	Se inicia cuando la tercera hoja trifoliada se halla desplegada. Se observa que en esta hoja se encuentra aún debajo de la primera y segunda hoja trifoliada.	Aparece el primer botón o racimo floral en las plantas. En variedades de hábito determinado aparecerá un botón floral, mientras que en variedades de hábito indeterminado se observará un racimo floral.	Se abren las primeras flores. En el caso de plantas de hábito determinado la floración se inicia en el último nudo del tallo y de las ramas. En cambio, en variedades indeterminadas la floración comienza en la parte baja del tallo y de las ramas.	Aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o recientemente desprendida.	Las primeras vainas empiezan a llenarse. En este momento comienza el crecimiento activo de las semillas.	Se inicia la decoloración (cambio de color) y secado de las primeras vainas. Las semillas van adquiriendo la forma, solidez y color típico de la variedad.

Tabla 3. Etapas fenológicas del frijol (Marqueria L. et al. 2021).

4.8.2. Variables

Los factores climáticos que más inciden en la duración de las etapas de desarrollo son la luz y la temperatura; tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionarias de la temperatura desempeñan una función importante en la duración de las etapas del desarrollo (Rosas 2003). El frijol está sujeto a cambios en radiación solar, temperatura y demanda evaporativa del aire medida a través de la evapotranspiración del cultivo (ETc), los cuales influyen sobre el crecimiento y rendimiento del mismo (Escalante et al. 2001).

	Variables	Descripción
Climáticas	Temperatura	Temperatura óptima de 18 a 24 °C, temperatura promedio máxima 36°C y mínima 22°C.
	Precipitación	Es conveniente que reciba entre 300-350 mm de precipitación pluvial.
	Radiación solar	Está sujeta a la cantidad de luz solar diaria que esta recibe, para lo que es recomendable 6 horas de luz solar.
	pH	Un pH que oscile entre 6.5 y 7.5 es favorable para el cultivo.
Edáficas	Humedad del suelo	Requiere un mínimo del 80% y un máximo 120% de la cantidad diaria de evapotranspiración
	Textura	El cultivo se adapta y de hecho se siembra en una gran diversidad de suelos, sin embargo, para obtener los mejores resultados, se recomienda suelos sueltos, limosos, con buen drenaje.

Tabla 4. Variables climáticas y edáficas en el cultivo de frijol

4.9.Arroz

4.9.1. Fenología del cultivo de arroz

Un estudio realizado por Saavedra Mora (2024) sobre la incidencia climática en el cultivo de arroz determino que durante un periodo de cinco años (2012-2016) las variables climáticas fueron fluctuantes. Donde se evidencia el aumento en la temperatura, una disminución de la humedad relativa, la precipitación y radiación fotosintéticamente activa demostró una alta variación, finalmente el déficit de presión de vapor aumentó durante los cuatro años de estudio y se observó una clara evidencia en cuanto a la alteración del rendimiento del cultivo.

Emergencia	Plantula	Macollaje	Elongación del tallo	Inicio de la panoja	Desarrollo panoja	Floración	Maduración lechosa	Maduración pastosa	Maduración córnea
Cuando las semillas pregerminadas luego de haber sido voleadas en el almácigo, pasado un tiempo, empiezan a emitir su primera hoja a través del coleóptilo.	Las plantitas del almácigo presentan más de una hoja. En esta fase cuatro hojas emergen totalmente y la primera hoja muere al doceavo día.	Aparece el primer macollo o hijuelo a partir de la yema axilar en uno de los nudos más inferiores de las plántulas trasplantadas. El momento de registro de la fase se da cuando el macollo tiene una longitud aproximada de 1 cm.	El cuarto entrenudo del tallo principal, debajo de la panoja empieza a hacerse notable en longitud, hasta cuando está totalmente elongado o hasta cuando la macollo, fase fenológica de inicio de la panoja comienza.	Se aprecia el primordio de la panoja al removerse e la vaina de la hoja bandera que está alrededor del tallo principal o de un macollo, donde se podrá ver un cono blanco vellosos de 1,0 a 1,5 mm de longitud, denominado "punto de algodón".	La panoja diferenciada es visible (se puede distinguir de la hoja bandera, las espiguillas seguidas por el proceso de floración, luego las espiguillas de las panojas se abren para que las flores contenidas en su interior puedan polinizarse y fecundarse.	Momento en que la panoja emerge fuera de la vaina de la hoja bandera, seguido por el proceso de floración, luego las espiguillas de las panojas se abren para que las flores contenidas en su interior puedan polinizarse y fecundarse.	Los granos al ser presionados presentan un líquido acuoso o lechoso.	Los granos al ser presionados se extraen de ellos una masa blanda de color blanco.	Los granos al ser presionados están duros.

Tabla 5. Variables climáticas y edáficas en el cultivo de frijol

4.9.2. Variables

Los factores climáticos tales como la temperatura, la radiación solar y el viento tienen influencia sobre el rendimiento del arroz ya que afectan el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos relacionados con la formación del grano. El arroz requiere más agua que cualquier otro cultivo (González P. et al. 2021). Este cultivo es muy sensible al nivel de radiación solar desde antes del inicio del primordio hasta después de la floración (Pulver 2010). Así mismos las variables edáficas juegan un rol importante para el rendimiento optimo del cultivo, ya que requiere de suelos arcillosos con un alto nivel de humedad y un pH ligeramente ácido (Loli 2013).

	Variables	Descripción
Climáticas	Temperatura	Las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima está entre los 23°C y 27° C.
	Precipitación	El cultivo del arroz se desarrolla gracias a las precipitaciones, que pueden superar 300 mm en un mes.
	Radiación solar	En términos de radiación total, una planta de arroz en estado vegetativo necesita diariamente entre 100 y 400 cal cm-2
	pH	El arroz prospera mejor en suelos ligeramente ácidos pH 6.5-7.0.
Edáficas	Humedad del suelo	Comúnmente, el arroz se siembra más bajo inundación, utilizando aproximadamente de 10,000 a 20,000 m3/ha de agua en aproximadamente, 100 días de riego.
	Textura	Los suelos de textura arcillosa, con un subsuelo bastante impermeable son más favorables para obtener un alto rendimiento.

Tabla 6. Variables climáticas y edáficas del cultivo de arroz

4.10. Temperatura optima

La temperatura de las plantas está física y funcionalmente conectada con el ambiente a través del equilibrio de energía de las hojas y los doseles. Según la morfología de las especies de plantas (altura, tamaño, orientación y color de las hojas) y su disposición en el campo (setos, hileras, dosis continuas). Las altas temperaturas generan cambios anatómicos, morfológicos y funcionales en las plantas, los efectos acumulativos de estos cambios usualmente resultan en un pobre crecimiento y reducida productividad de los cultivos (Chaves et al. 2017).

Si bien el tiempo real que transcurre hasta alcanzar un estado de desarrollo determinado no es una función lineal de la temperatura, la respuesta de la velocidad o tasa de desarrollo a la misma durante la etapa vegetativa es aproximadamente lineal en el rango térmico comprendido entre la temperatura base (Tb) temperatura en la cual, y por debajo de la cual la velocidad de desarrollo es nula, la temperatura óptima (Top) la cual se alcanza la máxima velocidad de desarrollo. Por encima de la Top el desarrollo se reduce progresivamente, hasta cesar a un umbral definido como temperatura máxima (Tx) (Andrade 2012).

4.11. Tiempo térmico

Algunos autores han calculado los requerimientos de acumulación térmica teniendo en cuenta el umbral mínimo de crecimiento o temperatura base (T_b) necesaria para alcanzar los distintos estados fenológicos de cultivos (Parra-Coronado et al. 2015). La mejor manera de representar la duración de una fase fenológica es en términos del tiempo térmico, expresado como la sumatoria de los grados-día de crecimiento (GDC). Los grados-día es una unidad de medida que combina temperatura y tiempo de tal manera que la duración del desarrollo de un ciclo de vida del organismo, disminuye a medida que la temperatura aumenta; el tiempo térmico se expresa como el número de unidades de calor requeridos para completar el desarrollo (Callejas-Rodríguez et al. 2023).

4.12. Incidencia de la temperatura sobre la polinización

Los riesgos actuales que enfrentan los polinizadores pueden llegar a comprometer los beneficios de la polinización como servicio ecosistémico al afectar la producción de frutos y semillas de las plantas cultivadas y silvestres (Sosenski y Domínguez 2018). El desacople fenológico consiste generalmente en un adelanto en la actividad de las especies que interactúan de tal forma que dichas especies ya no co-ocurren temporalmente. Así, por ejemplo, algunas plantas florecen en épocas diferentes, mientras que algunas especies de insectos emergen de manera anticipada con respecto a la época en el año en que normalmente lo hacían (Alejandra y Sandoz 2016).

El cambio climático es uno de los factores que inciden ampliamente en la alteración de los ecosistemas del planeta, a raíz de esto una de las especies críticas para el desarrollo de la vida se ve afectado como ser los polinizadores debido a la interacción que se tiene con la temperatura y el calentamiento global. Las altas temperaturas aceleran el crecimiento del tubo polínico y las bajas lo ralentizan (Alejandra y Sandoz 2016).

Los riesgos actuales que enfrentan los polinizadores pueden llegar a comprometer los beneficios de la polinización como servicio ecosistémico al afectar la producción de frutos y semillas de las plantas cultivadas y silvestres (Sosenski y Domínguez 2018). El desacople fenológico consiste generalmente en un adelanto en la actividad de las especies que interactúan de tal forma que ya no co-ocurren temporalmente. Así, por ejemplo, algunas plantas florecen en épocas diferentes, mientras que algunas especies de insectos emergen de manera anticipada con respecto a la época en el año en que normalmente lo hacían (Alejandra y Sandoz 2016).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Ubicación del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en la finca agroecológica de la Facultad Ciencias de la Tierra y la Conservación, en la Universidad Nacional de Agricultura en el municipio de Catacamas, departamento de Olancho.

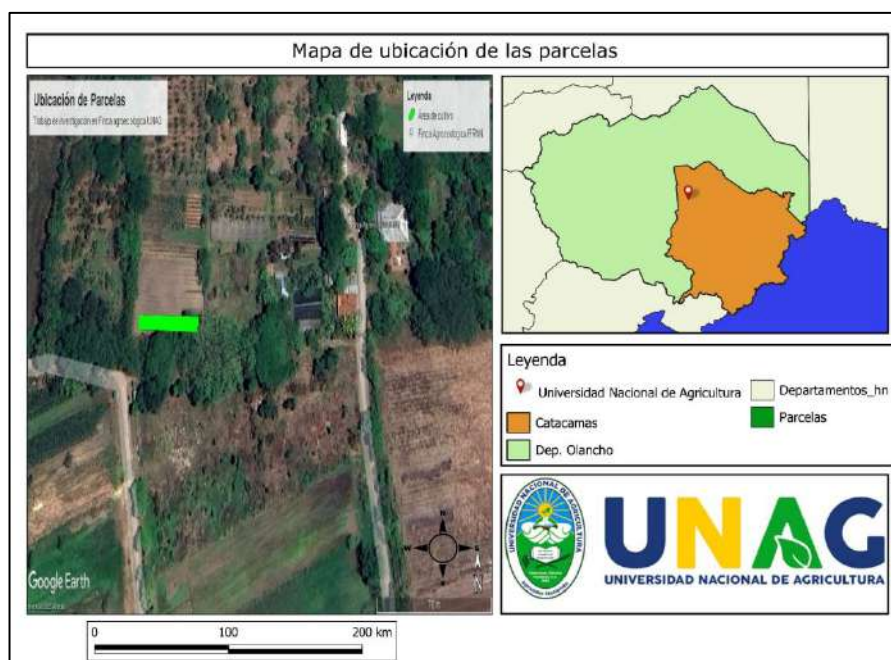


Figura 1. Mapa ubicación de parcelas

5.2. Materiales e instrumentos

Se hizo uso de cinta métrica usada para medir las dimensiones de cada parcela, así mismo realizar mediciones fenológicas como altura, longitud.

Se utilizó un data logger USB marca Elitech RC-51H con el cual se realizaron mediciones de temperatura y humedad relativa en el lugar que se llevó a cabo el experimento.

Se hizo uso de insumos agrícolas de origen orgánico, bocachi como abono para la tierra, MM como fertilizante foliar y extracto de neem como repelente de plagas y enfermedades.

Así mismo se utilizaron software y programas estadísticos, para la organización de datos en Excel y análisis ANOVA como ser IBM SPSS Statistics 2025, con los que se obtuvieron las gráficas y tablas de comparación.

5.3. Enfoque metodológico

Se hizo uso del método cuantitativo con el fin de evaluar el rendimiento de la producción del cultivo bajo la influencia de los factores climáticos, los factores del suelo y su relación en cuanto al desarrollo fenológico. Basado en un enfoque sistemático y científico recolectando y analizando datos numéricos relacionados con dichos factores y de qué manera inciden.

5.4. Diseño experimental

Se empleo un diseño en bloques completos al azar por cultivo, para cada cultivo (maíz, frijol y arroz) donde se evaluaron 3 fechas de siembra (factor fijo) con 4 repeticiones (bloques), quedando 12 parcelas por cultivo y 36 unidades experimentales en total. Donde la asignación de parcelas agrupadas por cultivos en cada fecha de siembra, se realizó de manera aleatoria con fechas de siembra establecidas de 15 días entre fecha. Cada unidad experimental se separó con 1 m de distancia entre unidad, realizando el análisis estadístico por cultivo.

Para el cultivo de maíz las parcelas serán de 1 por cada fecha de siembra, con una medida de $3.04 \times 2 \text{ m} = 6.08 \text{ m}^2$ con 4 surcos separados por 0.76 m y 0.2 m entre plántulas obviando las plantas de ambos extremos y dos del centro de la unidad experimental dejando como área útil de 2.43 m^2 .

Para el cultivo de frijol las parcelas fueron 4 por cada fecha de siembra, con una medida de $1.60 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 3.2 \text{ m}^2$. Cada parcela con 4 surcos separados por 0.4 m entre surcos y 0.10 m entre plántulas. Tomando como área útil los 2 surcos del centro obviando las plantas ambos extremos y las dos del centro de la unidad experimental dejando como área útil 1.98 m^2 .

Para el cultivo de arroz las parcelas serán 1 por cada fecha de siembra, con una medida $1.2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 2.4 \text{ m}^2$. Cada parcela con 4 surcos separados a 0.3 m entre surco y 0.3 m, la separación entre una unidad experimental. Se tomará como área útil los 2 surcos del centro obviando las plantas de ambos extremos y dos del centro de la unidad experimental dejando como área útil 0.72 m^2 .

PARCELAS Y FECHAS	FECHA DE SIEMBRA 2	Parcela de Arroz 1 (Mes 2)	Parcela de Arroz 2 (Mes 2)	Parcela de Arroz 3 (Mes 2)	Parcela de Arroz 4 (Mes 2)	FECHA DE SIEMBRA 3	Parcela de Maíz 1 (Mes 3)	Parcela de Maíz 2 (Mes 3)	Parcela de Maíz 3 (Mes 3)	Parcela de Maíz 4 (Mes 3)
		Parcela de Maíz 1 (Mes 2)	Parcela de Maíz 2 (Mes 2)	Parcela de Maíz 3 (Mes 2)	Parcela de Maíz 4 (Mes 2)		Parcela de Frijol 1 (Mes 3)	Parcela de Frijol 2 (Mes 3)	Parcela de Frijol 3 (Mes 3)	Parcela de Frijol 4 (Mes 3)
		Parcela de Frijol 1 (Mes 2)	Parcela de Frijol 2 (Mes 2)	Parcela de Frijol 3 (Mes 2)	Parcela de Frijol 4 (Mes 2)		Parcela de arroz 1 (Mes 3)	Parcela de arroz 2 (Mes 3)	Parcela de arroz 3 (Mes 3)	Parcela de arroz 4 (Mes 3)
	FECHA DE SIEMBRA 1	Parcela de Arroz 1 (Mes 1)	Parcela de Arroz 2 (Mes 1)	Parcela de Arroz 3 (Mes 1)	Parcela de Arroz 4 (Mes 1)					
		Parcela de Frijol 1 (Mes 1)	Parcela de Frijol 2 (Mes 1)	Parcela de Frijol 3 (Mes 1)	Parcela de Frijol 4 (Mes 1)					
		Parcela de Maíz 1 (Mes 1)	Parcela de Maíz 2 (Mes 1)	Parcela de Maíz 3 (Mes 1)	Parcela de Maíz 4 (Mes 1)					

Figura 2. Distribución de parcelas

5.5.Población y muestra

- Frijol Amadeus 77; semillas con adaptabilidad al calor y diferentes tipos de suelos con un rendimiento aproximado de 16 a 24 QQ por mz. Permite siembras densas, con guía corta y fácil de cosechar (DICTA-SAG et al. 2004).
- Maíz HR-101; es un híbrido con grano semidentado y buen anclaje de raíces, es tolerante a la sequía y enfermedades foliares como mancha de asfalto y roya (DISAGRO s. f.)
- Arroz DICTA FL Honduras; altura de planta de 120-125 centímetros, con floración entre 90-92 días, tiempo de cosecha de 125 a 135 días y con rendimientos de 130 a 165 quintales por manzana (DICTA-SAG y Alvarenga 2023).

5.6.Manejo de los cultivos

Se realizó un manejo orgánico para cada uno de los cultivos, desde el control de arvenses, preparación del suelo, sistema de riego por goteo, aplicación de abonos orgánicos y aplicación de repelentes. Usando bocachi como fuente de nutrientes directos para la planta el cual según el análisis realizado presentó un porcentaje de M. O. de 4.8%, también se realizó la aplicación de fertilizante foliar con MM, se hizo uso de extracto de neem (*Azadirachta indica*) como repelente orgánico para la prevención de plagas que tiene como componente activo la azadiractina. La tierra fue labrada y abonada posterior a la primera siembra de los cultivos.

En la tabla 1 observamos que según el análisis de laboratorio se presenta el contenido de macronutrientes donde el bocachi tiene el porcentaje de nitrógeno es medio a diferencia del MM que tiene niveles adecuados, para fósforo tanto el bocachi como MM presentan niveles adecuados, al igual que el potasio y magnesio

Tabla 7. Análisis macro nutrientes de abono y fertilizantes

	Macro nutriente			
	N	P	K	Mg
	ppm (mg/kg)			
Bocachi	0.32 %	477.415	2881	709.5
MM	0.61 %	49.235	1142.5	345.75

La tabla 2 según los análisis de laboratorio para micro nutrientes presenta niveles bajos en zinc tanto el bocachi como el MM, el hierro el bocachi tiene un nivel bajo a diferencia del MM que presenta un nivel adecuado, en cuanto al contenido de manganeso el bocachi tiene un mayor y medio aporte, tanto el bocachi como el MM presentan niveles bajos de cobre.

Tabla 8. Análisis de micro nutrientes de abono y fertilizantes

	Micro nutrientes			
	Zn	Fe	Mn	Cu
	ppm (mg/kg)			
Bocachi	0.21	4.03	6.78	0.36
MM	0.83	82.91	2.24	0.008

5.7. Variables

Como variables climáticas se midió la temperatura, precipitación y radiación solar. Mismas que se tomaron de la estación meteorológica monitoreada por COPECO en Catacamas, Olancho, contando con datos diarios desde la primera semana de abril hasta la tercera semana de octubre.

Para las variables del suelo se realizarán los análisis correspondientes necesarios para las evaluaciones de textura, densidad, pH, M.O., macro nutrientes, realizados en el laboratorio de suelos UNAG.

Cada una de las variables fenológicas se midió en las etapas correspondientes para cada uno de los cultivos.

Tabla 9. Matriz de variables fenológicas del cultivo de maíz

5.8. Variables fenológicas del cultivo de maíz		
Variable	Descripción	Muestreo
5.8.1. Altura planta	Las mediciones se realizaron en las primeras tres etapas fenológicas de la planta luego de la germinación como ser la aparición de hojas, la panoja y en la etapa de la espiga.	Se seleccionaron 5 plantas al azar del área útil midiendo la altura en centímetros, desde el punto de la inserción de las raíces hasta donde comienza a dividirse la panícula.
5.8.2. Floración masculina	Espiga masculina que emerge en la parte superior de la planta que libera polen.	Se contaron los días transcurridos, desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten anthesis.
5.8.3. Floración femenina	Ocurre cuando los estigmas emergen de la mazorca.	Se contaron los días transcurridos desde siembra hasta que el 50% de las plantas presenten estigmas visibles

5.8.4. Altura de mazorca	Distancia en la que se encuentra la mazorca partiendo del suelo.	Se tomaron 5 plantas, midiendo con una cinta métrica en centímetro la altura que hay desde la base del tallo hasta la inserción de la primera mazorca.
5.8.5. Longitud de mazorca	Distancia desde la base de inserción de la mazorca hasta el ápice de la misma.	Se extrajeron 5 mazorcas del área útil de cada parcela, se utilizó una regla graduada en centímetros.
5.8.6. Diámetro de la mazorca	Se toma de la parte central de cada una, generalmente utilizando un pie de rey.	Con las 5 mazorcas usadas para la variable de longitud de mazorca, se procedió a medir diámetro en centímetro
5.8.7. Hileras por mazorca	Estas se ubican generalmente en pares.	Con las mismas 5 mazorcas tomadas para las variables anteriores, se realizó el conteo del número de hileras existentes para obtener un dato promedio.
5.8.8. Número de granos por hilera	Cantidad de granos que se obtiene por hilera.	Se midió contando el número de granos por hilera de las mazorcas muestreadas al azar, obteniendo un promedio.
5.8.9. Índice de desgrane	Se realiza la relación, peso del grano sin olote entre el peso del grano con olote, esa diferencia de peso es igual al índice de desgrane.	Se pesaron las 5 mazorcas del área útil, luego se desgranaron para obtener el peso del grano y se hizo la relación

5.8.10. Rendimiento del cultivo de maíz

Para sacar el rendimiento se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{ID} \left(\frac{\text{peso de campo (kg)} \times 10,000\text{m}^2}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \right) \times \left(\frac{100 - \%H^{\circ}\text{C}}{100 - H^{\circ}\text{A}} \right)$$

Donde:

H°C= Humedad de grano a cosecha

H°A= Humedad almacén

ID= Índice de desgrane

En la formula, el peso de campo se refiere al peso total de mazorcas (solo el peso del elote y grano) cosechadas en el área que corresponda al divisor de esa parte de la formula y se considera el 13% de humedad para almacén.

5.9. Variables a medir del cultivo de frijol		
Variable	Descripción	Muestreo
5.9.1. Altura de la planta	Se mide desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, principalmente en plena floración o madurez	Se realizó la medición de 5 plantas extraídas del área útil.
5.9.2. Días de floración	Es el periodo de tiempo en el que la planta produce flores posteriores a producir vainas.	Se evaluaron realizando un conteo desde el día de siembra hasta el 50% de las plantas que presentarán una floración abierta.
5.9.3. Días de madurez fisiológica	Se refiere a que la planta presenta características como ser, cambio de color de la vaina o del follaje y defoliación.	Se contaron los días que transcurrieron desde la primera siembra hasta que el 90% de las plantas presentaron características propias de la variedad
5.9.4. Número de vainas por planta	El número de vainas por planta se evaluarán al momento de la cosecha.	Se seleccionarán una muestra al azar de 5 plantas del área útil, de todas las parcelas de validación y se obtendrá un promedio.
5.9.5. Número de granos por vainas	Conteo de semillas que contiene cada vaina.	Se tomarán muestras de 5 plantas del cultivo arrancadas de la variable anterior. Después se procederá a desgranar y contar cada una de las semillas para poder obtener un promedio

5.9.6. Peso en 100 gramos	Esta variable se medirá al obtener de varias muestras de 100 granos	Se procedió a pesar en una balanza graduada en gramos luego de esto se hará un promedio para poder obtener el peso promedio de 100 gramos.
----------------------------------	---	--

Tabla 10. Matriz de variables del cultivo de frijol

5.9.7. Rendimiento

Se obtendrá mediante la cosecha de la parcela toral, cuando el grano presente un contenido de 18 a 20% de humedad, se realizará el arranque de las plantas, se colocarán en manojos y se esperará que se sequen las vainas completamente luego se procederá al aporreo de los manojos en forma manual se pesará la producción obtenida en libras y este resultado se convertirá a kg/ha (donde una lb= 0.454) utilizando la siguiente formula:

$$\mathbf{kg\ h^{-1}} = \frac{\text{peso de campo} \times 10000\text{m}^3}{\text{Área útil}} \times \frac{100 - \%HC}{100 - \%HC}$$

HC= humedad de campo

HD= humedad de almacenamiento

Dejando la humedad deseada como 12% para la semilla

Tabla 11. Matriz de variables del cultivo de arroz

5.10. Variables a medir del cultivo de arroz		
Variable	Descripción	Muestreo
5.10.1. Días a emergencia	Tiempo que transcurre desde la siembra hasta que la plántula emerge y alcanza la etapa donde se observan las primeras hojas.	Este dato se tomó desde el día de la siembra hasta el momento en el que el 50% de las plantas emergió.
5.10.2. Altura de planta	Cuando el cultivo llega a su madurez fisiológica	se seleccionaron cinco plantas al azar del área útil de cada unidad experimental, se medirán desde la base de la inserción del tallo hasta la parte apical en cm
5.10.3. V4	Momento en el que la cuarta hoja está totalmente desarrollada.	La toma de este dato se realizó al inicio de la aparición de la cuarta hoja en la fase vegetativa de la planta y los días que tardó en aparecer.
5.10.4. V8	Momento en la cuarta hoja está totalmente desarrollada.	La toma de este dato se realizó al iniciar la aparición de la octava hoja de la fase vegetativa de la planta y los días que tardó en aparecer.
5.10.5. Días a antesis	Conteo de días desde la siembra hasta la floración.	Se conto el número de días transcurridos desde el día de la siembra hasta la fecha en que el 50% de las plantas de cada unidad experimental
5.10.6. Filocrono	La toma de datos de los filocrono se realizó utilizando la escala numérica propuesta por Haun en 1973	Cada unidad de crecimiento esta subdividida en fracciones decimales que comienzan con la propia aparición y terminan con la aparición de la próxima unidad de crecimiento.
5.10.7. Macollos por m²	Numero de brotes que produce una planta de arroz, por cada m ² .	Se estableció un límite de 1mx1m y se procedió a contar el número de macollos por parcela.
5.10.8. Número de espigas	Cantidad de espigas presentes por cada planta.	Se seleccionarán cinco plantas al azar y se procedió a realizar el conteo de espigas por planta para obtener un promedio de las mismas.
5.10.9. Número de granos	Es la estimación de granos por planta.	Se selecciono una planta al azar de las planas muestreadas de cada unidad experimental y se

		contó el número de granos de cada espiga.
--	--	---

5.10.1. Rendimiento

Una vez culminado la etapa de madures de cada fecha de siembra se tomaron como muestra las plantas el área útil de cada parcela. Se cortó y aporreo, para luego poder pesar la semilla en una balanza y así poder aplicar la siguiente formula de rendimiento

$$Rendimiento \left(\frac{kg}{ha} \right) = \left(\frac{P.P \times 10000}{\text{Área util}} \right) \times \left(\frac{100 - hc}{100 - hd} \right)$$

Donde:

P.P= peso del grano por parcela en kg

A.U.= Área útil de la parcela

Hc: Humedad de campo

Hd: Humedad deseada

Dejando la humedad deseada como 12% para la semilla

5.11. Recolección de datos

La recolección de datos se hizo en las diferentes etapas para cada uno de los cultivos, se realizó la recolección de datos fenológicos, manteniendo el monitoreo de cada una de las variables climáticas en el tiempo correspondiente, anotando datos desde el día de siembra (primera semana de febrero), hasta la obtención de rendimiento de cada parcela. De la misma manera para las variables edáficas con apoyo del laboratorio de suelos para realizar cada uno de los análisis correspondientes.

5.12. Análisis de datos

Se realizo un análisis estadístico para determinar si existen diferencias significativas en la fenología, rendimiento y producción entre las diferentes fechas de siembra e incidencia de variables climáticas. Se utilizo análisis de varianza (ANOVA), análisis de correlación y regresión para identificar los tratamientos que difieren entre sí.

VI. RESULTADO Y DISCUSIONES

6.1.Resultado variables climáticas y edáficas

6.1.1. Variables climáticas

El ciclo de tiene una duración de 27 semanas donde se realizo la medición de las variables climáticas que se observan en la figura 6, donde del 7 de abril al 12 de octubre, mostro un patrón de precipitación considerablemente variable con la mayor parte de las semanas con precipitaciones por sobre 10 mm; iniciando con múltiples pulsos lluviosos concentrándose el mayor de ellos entre inicios de junio y principios de julio (semana 9 a 14). Entre el 7 de abril y 5 de mayo que corresponde a las semanas 1 a 5 las lluvias se presentaron escasas y esporádicas, con un máximo de 23 mm al inicio y con un mínimo de 0.40 mm. En este tramo la temperatura ascendió de 24.31°C a 27.88°C, la radiación se movió entre 208 y 260 W/m² y una humedad que oscila entre el 60 y 70%.

Entre las semanas 6 a 8 (del 12 al 26 de mayo) se observa como la precipitación mantiene variaciones similares a las primeras semanas. Sin embargo, las temperaturas se mantuvieron

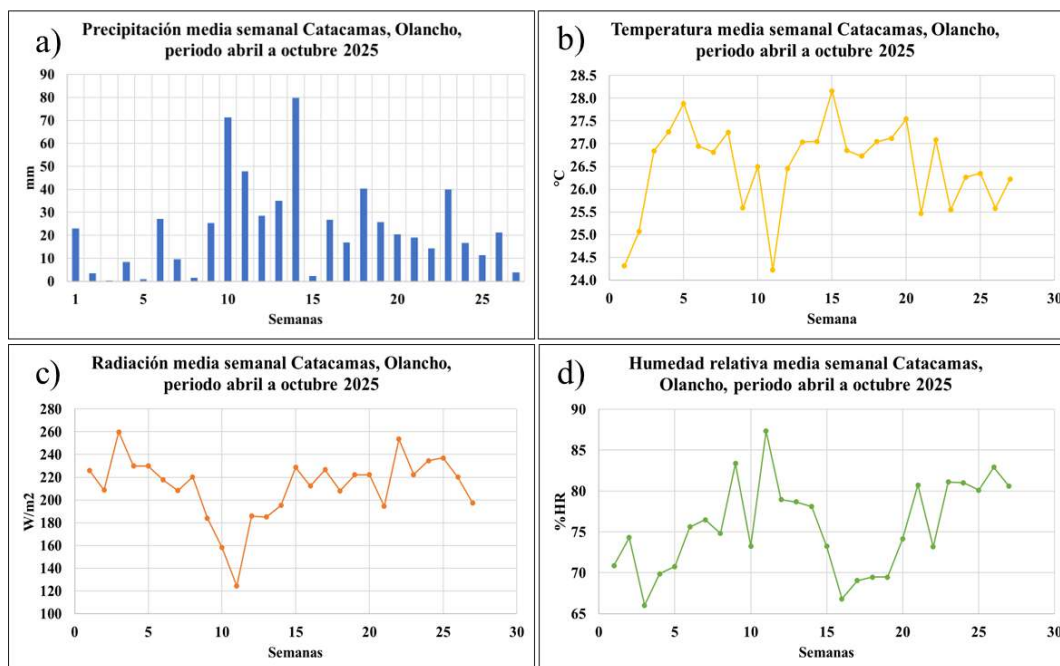


Figura 3. Variables climáticas a) precipitación, b) Temperatura, c) Rdiación, d) Humedad moderadas arriba de 26°C y por debajo de 27°C con una ligera disminución en la semana 9 de 25.9°C, a su vez la radiación estuvo entre 208 y 220 Wm² y la humedad relativa entre 74% y 76% con un incremento visible de 83% para la semana 9.

El mayor pulso lluvioso ocurrió del 2 de junio al 7 julio correspondiente a las semanas 9 y 14, con precipitaciones por encima de 28 mm llegando hasta 71 y 79 mm siendo estas las semanas con mayor precipitación del periodo de investigación. En este tramo de tiempo la radiación tuvo un descenso brusco de 184 a 158 llegando hasta 124 W/m², a diferencia de la humedad relativa que ascendió considerablemente a 87% para la semana 11, en este ramo la temperatura obtuvo valores mínimos de 24.23°C.

En comparación a las semanas siguientes hubo una reducción en la precipitación con una caída a 2.20 mm en la semana 15, para tener un ascenso por encima de 15 mm y por debajo de 40 mm para las siguientes semanas. Las temperaturas se mantuvieron entre 28.16°C y 26.76°C. Por otra parte, la radiación ascendió de 185 a 229 W/m² y la humedad relativa consecuentemente tuvo una disminución de 66% a 78%.

A partir de este punto las semanas 18 a 27 (4 de agosto a 12 de octubre) se observó una reducción considerable en la precipitación tomando en cuenta que varias de las parcelas se encontraban en un punto crítico y de alto requerimiento para esta variable, donde la mayor parte de las semanas muestran precipitaciones por debajo de 19 mm y en descenso considerable a diferencia de la semana 23 con una acumulación de 40 mm. La temperatura presento variaciones entre 25.5°C y 27°C con tendencia a disminuir, la radiación en este punto vario entre 208 y 253 W/m², obteniendo un máximo de 253.46 W/m² en la semana 22. Como respuesta a estas variables la humedad relativa se sostuvo en rangos altos de 74% a 83%.

Incidencia de las variables climáticas en el cultivo de maíz

Reta S. y Faz C. (1999), nos dice que el mejor rendimiento del maíz es alcanzable cuando se cuenta con la humedad adecuada en momentos críticos del desarrollo; durante la diferenciación de los órganos reproductivos y durante el desarrollo de la mazorca, estos periodos resultan determinantes ya que están condicionados a determinar el número de granos, y el peso final de cada grano. Mayer et al (2012), menciona que el sometimiento a estrés hídrico en etapas criticas tiene una influencia negativa en el rendimiento del cultivo.

La tabla 6 nos indica que el mejor resultado de rendimiento corresponde a F2, ya que las mejores condiciones en cuanto a acumulación de lluvias y acumulación de temperaturas observamos una distribución adecuada entre etapas de desarrollo en comparación a F1 y F3, con una acumulación total de 1744.11 °C siendo esta la menor y una precipitación de 493.20 mm siendo esta la mayor.

Periodo Cultivo Maíz							
	Días	Inicio	Final	Semana	Rendimiento Kg/ha	°C Acumulado	mm Acumulado
F1	116	9-abr	3-ago	1 a 17	4900.88	1807.97	382.40
F2	115	25-abr	17-ago	3 a 19	5721.80	1744.11	493.20
F3	117	3-may	27-ago	4 a 21	5415.57	1755.46	486.60

Tabla

12. Periodo del cultivo del maíz

Partiendo de lo mencionado el cuadro 4 nos indica que la mejor acumulación entre germinación y órganos reproductivos es de 224.4 mm y 954.37°C, entre los órganos reproductivos de 17 mm y 69.12 °C, con una acumulación de 214.6 y 755.28°C para el desarrollo de la mazorca. Con 1744.46 °C acumulados siendo esta la menor y 439 mm.

Acumulación de precipitación y temperatura entre etapas cultivo maíz			
Etapas	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3
Germinación a Floración masculina	87.0 mm / 892.28 °C	224.4 mm / 954.37 °C	258.0 mm / 949.87 °C
Floración masculina a Floración femenina	4.0 mm / 66.97 °C	17.0 mm / 69.12 °C	36.8 mm / 85.00 °C
Floración femenina a Cosecha	293.4 mm / 880.90 °C	214.6 mm / 755.28 °C	191.8 mm / 720.59 °C
Total ciclo	382.4 mm / 1807.97 °C	439.2 mm / 1744.11 °C	486.6 mm / 1755.46 °C

Tabla 13. Acumulación de la variable precipitación y la variable temperatura entre variables fenológicas del cultivo de maíz

La fase, desde la emergencia hasta la floración, es el momento más crítico en cuanto a la acumulación de temperatura y radiación mostrando que en este punto la planta requiere la mayor acumulación de grados (Hernandez C. y Soto C. 2013).

La tabla 7 nos muestra la cantidad de precipitación y temperatura acumulada en el periodo de duración que tuvo el cultivo de frijol. Flores P et al. (2019), menciona que el frijol es altamente susceptible a las variaciones de humedad en el suelo y presenta escasas características de resistencia a condiciones de sequía y estrés hídrico por carencia de agua.

Incidencia de las variables climáticas en el cultivo de frijol

Rosas (2003) en el manual sobre el cultivo del frijol indica que esta especie se desarrolla y tiene una alta producción entre temperaturas de 18 y 24 °C, temperaturas inferiores a esta

afectan el desarrollo de la planta dependiendo de la etapa fenológica en la que se encuentre, sobre todo en la etapa de formación de vainas sufre daños el grano. También nos explica que para el buen crecimiento y producción es conveniente que reciba entre 300-350 mm con una óptima distribución en todo el ciclo, de lo contrario el exceso de lluvias perjudican el crecimiento de la planta y brindar condiciones favorables para la proliferación de enfermedades y plagas. Lardizaval et al (2013), menciona que este cultivo se adapta a una diversidad de suelos y climas, aunque prefiere suelos sueltos y climas moderadamente fríos con temperaturas entre 16°C y 25°C.

El frijol se vio fuertemente afectado ya que las temperaturas que se mantuvieron en el periodo de siembra muy por encima de 24°C, con una precipitación moderadamente constante, por una parte la temperatura tuvo una incidencia negativa con un clima poco favorable para el desarrollo, la humedad constante en las principales etapas del cultivo intensifico la proliferación de plagas si bien este se trató constantemente con extracto de neem, el ambiente generado en la plantación no se pudo rescatar. Limitando proceder con el desarrollo adecuado de las plantas provocando la muerte masiva de las 3 fechas de siembra.

Periodo Cultivo frijol

	Días aprox.	Inicio	Final	Semanas	°C Acumulado	mm Acumulado
F1	83	9-abr	1-jul	1 a 13	1364.97	222.20
F2	73	25-abr	7-jul	3 a 14	1226.81	267.40
F3	62	3-may	1-jul	4 a 8	990.25	228.80

Tabla 14. Periodo del cultivo del frijol

Incidencia de las variables climáticas en el cultivo de arroz

Buelvas (2021) argumenta en su investigación que una precipitación entre 200-300 mm por mes, durante el ciclo del cultivo, es lo necesario para un buen rendimiento en función del tipo de suelo. Este también indica la temperatura tiene su mayor influencia durante la etapa de floración ya que el aumento de la temperatura por encima del umbral (32°), es decir mayor a 30° reduce la fertilidad y la formación del grano. Su temperatura optima esta entre los 23°C y 27°C.

En otro artículo también se hace mención sobre el arroz es una planta subtropical que requiere temperaturas que oscila entre 20° y 40 °C. Disponibilidad alrededor de 200-300 mm de agua al mes se considera como mínimo para producir una buena cosecha de arroz de secano. La temperatura para la emergencia y elongación de las hojas es de 25 °C y 30 °C, respectivamente. Una humedad relativa del 80-85 por ciento es ideal para los brotes (Sridevi y Chellamutu 2015).

Periodo cultivo arroz

	Días	Inicio	Final	Semana	Rendimiento Kg/ha	°C Acumulado	mm Acumulado
F1	158	9-abr	13-sep	1 a 23	621.93	2626.52	545.00
F2	153	25-abr	24-sep	3 a 25	524.07	2563.18	567.00
F3	162	3-may	11-oct	4 a 27	472.22	2701.22	611.20

Tabla 15. Periodo del cultivo del arroz

La tabla 8 nos muestra que F1 obtuvo el mejor rendimiento con una acumulación de precipitación de 545 mm y 2662.52 °C. Si bien no se obtuvieron los requerimientos climáticos necesarios ya que se presentó menor acumulación en cuanto a precipitación las temperaturas si se mantuvieron en cuanto al rango necesario para el cultivo. Debido a que el cultivo se instaló con el método de secano hubo una reducción considerable de requerimiento hídrico, incidiendo sobre la humedad relativa con rangos por debajo de 80% en su mayoría.

En el cuadro 5 se observa que F1 y F2 tienen datos que no difieren mucho uno de otro, sin embargo, las etapas de mayor influencia parten de siembra a germinación para ambas fechas. Las etapas que difieren un poco entre si podemos observar que en la etapa de macollamiento F3 con mayor cantidad de macollos a pesar de que no se vea reflejado en la figura 22 presenta un error experimental atribuido a la poca cantidad de datos ingresados. Ahora bien la figura 28 nos muestra que F3 tiene la mayor cantidad de granos, sin embargo, la figura 29 muestra que el mayor rendimiento obtenido es para F1, esto recae en que se obtuvieron mayor cantidad de granos vanos a diferencia de F1 donde la cantidad de granos fue menor pero el peso de este mayor, esto lo podemos respaldar con la cantidad de precipitación acumulada en la etapa de antesis a cosecha.

Acumulación de precipitación y temperatura entre etapas cultivo arroz			
Variable	F1	F2	F3
Siembra a Germinación	12.4 mm / 190.23 °C	9.4 mm / 276.94 °C	12.8 mm / 209.45 °C
Germinación a Macollamiento	15.2 mm / 393.32 °C	38.4 mm / 427.30 °C	33.0 mm / 343.30 °C
Macollamiento a Antesis	362.8–418.2 mm / 1281.21–1567.57 °C	339.2–400.4 mm / 1319.04–1545.51 °C	461–493.2 mm / 1580.32–1661.39 °C
Antesis a Cosecha	110.4–168 mm / 515.39–800.88 °C	80–119 mm / 356.63–585.33 °C	104.4–126.2 mm / 527.79–610.61 °C

Tabla 16. Acumulación de la variable precipitación y la variable temperatura entre variables fenológicas del cultivo de arroz

6.1.2. Variables edáficas

En la tabla 9 se observa el análisis de suelo nos muestra que sus variables están en niveles adecuados demostrando que estos no interfieren en significancia con el desarrollo de las plantas.

Análisis de suelo							
M.O.		pH		Textura		Densidad	Da
4.8	%	7.16	% Arena	52.8	Franco arcilloso arenoso	1.59	g/cm ³
			% Limo	22.8			
			% Arcilla	24.4			

Tabla 17. Análisis de suelo

La tabla 10 nos muestra el resultado de los análisis de macro y micro nutrientes en la muestra de suelo donde los macronutrientes se presenta un porcentaje adecuado para nitrógeno este se obtuvo a través de la M.O. presente en el suelo. El análisis nos muestra un nivel adecuado para fósforo y magnesio, sin embargo, el nivel para potasio es bajo lo que llega a influir en el desarrollo de la planta. Ahora bien, los micro nutrientes nos presenta un nivel medio para Manganeso, sin embargo, los datos de Zinc, Hierro, Cobre son bajos. sin embargo, el pH del suelo es óptimo para que estos puedan estar disponibles para la planta sin embargo su contenido en el suelo es bajo. Lo que limita el desarrollo y producción de la planta.

Macro y Micro nutrientes suelo				
		ppm (mg/kg)		
N	0.36	%	Zn	0.043
P	110.955		Fe	0.49
K	46.05		Mn	6.172
Mg	452.15		Cu	0.013

Tabla 18. Análisis de micro y macro nutrientes del suelo

Lo que resulta muy favorable tanto para el cultivo de maíz, como para el de frijol ya que el suelo cuenta con el requerimiento necesario para el desarrollo de las plántulas. Sin embargo, para el cultivo de arroz se recomienda terrenos con mayor porcentaje de arcilla tomando en cuenta que la mayor parte de los cultivos de arroz en la región se siembran por encharcamiento y esto ayuda a tener una mayor retención hídrica en el suelo.

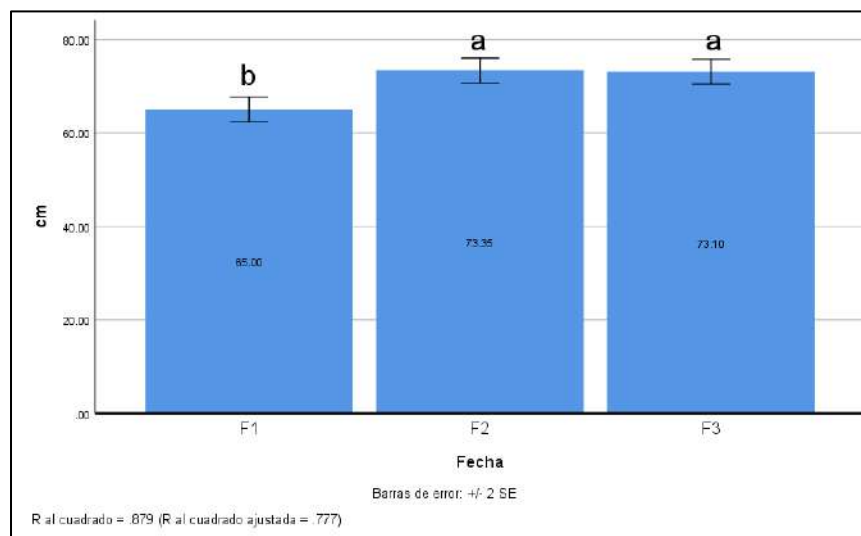
6.2. Variables fenológicas

6.2.1. Variable del cultivo de maíz

6.2.1.3. Altura de mazorca

El análisis de altura de la mazorca presenta un efecto significativo demostrando que tanto las condiciones de fecha como bloque afectan las condiciones de altura de la mazorca el resto del análisis nos presenta que la F1 en comparación con F2 y F3 es relativamente más bajo.

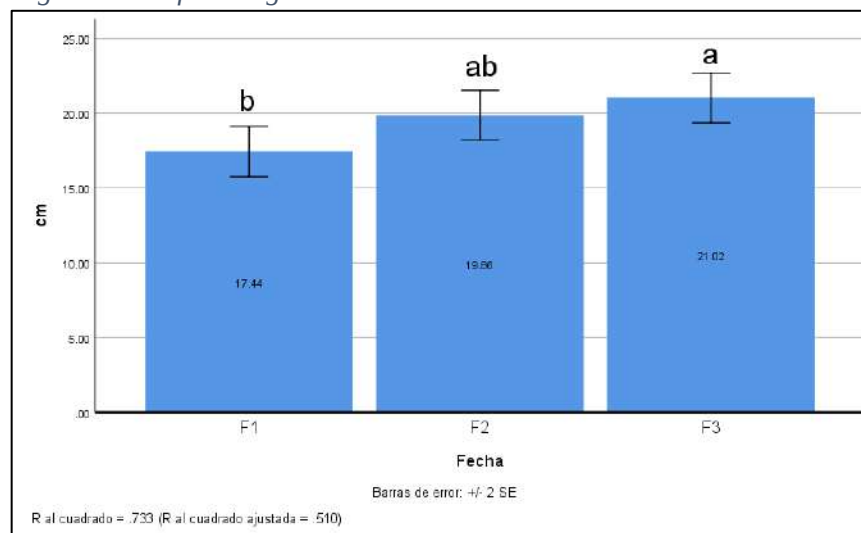
Figura 4. Gráfica altura de mazorca



6.2.1.4. Longitud de mazorca

La fecha muestra un efecto moderado sobre la variable longitud de la mazorca, con un nivel alto de significancia y un tamaño grande, sin embargo, porcentaje de variabilidad de la longitud de la mazorca nos sustenta un bajo porcentaje del modelo. Los efectos de los bloques en la variable son bajos en comparación con el efecto que tiene la fecha de siembra con una diferencia significancia muy baja. Lo que nos dice que factores alternos dificultan encontrar diferencias significativas.

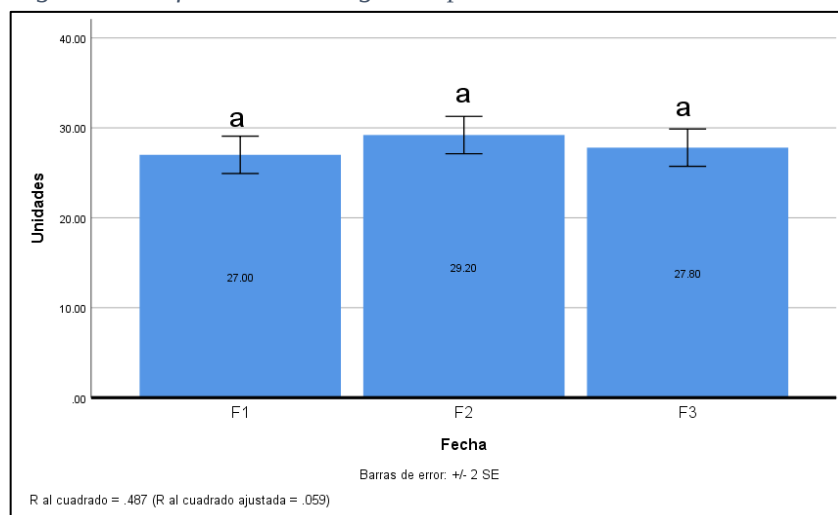
Figura 5. Gráfica longitud de mazorca



6.2.1.5. Número de granos por hilera

El factor para fecha de siembra es bajo lo que presenta una baja variabilidad entre y dentro de los grupos no tiene diferencias significativas y esta nos indica un gran efecto, los bloques no tienen diferencias significativas a pesar de tener un efecto grande. Lo que indica que no influyen sobre la variable dependiente número de granos por hilera.

Figura 6. Gráfica número de granos por hilera

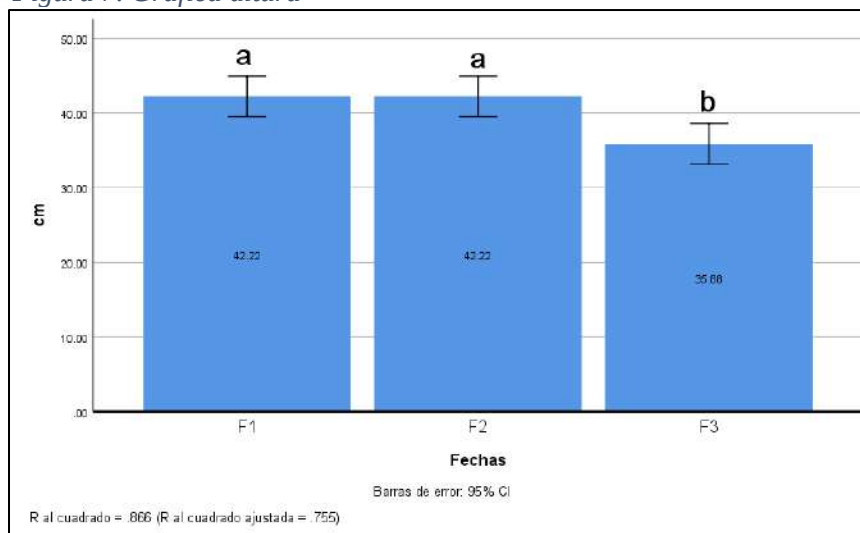


6.2.2. Variables a medir del cultivo de frijol

6.2.2.1. Altura

Para la variable dependiente de altura en el cultivo del frijol muestra variabilidad grupal para el factor bloque, hay una diferencia significativa y el tamaño de su efecto es muy fuerte. Así mismo, el factor fecha presenta una variabilidad aun mayor entre sus grupos, un efecto

Figura 7. Gráfica altura



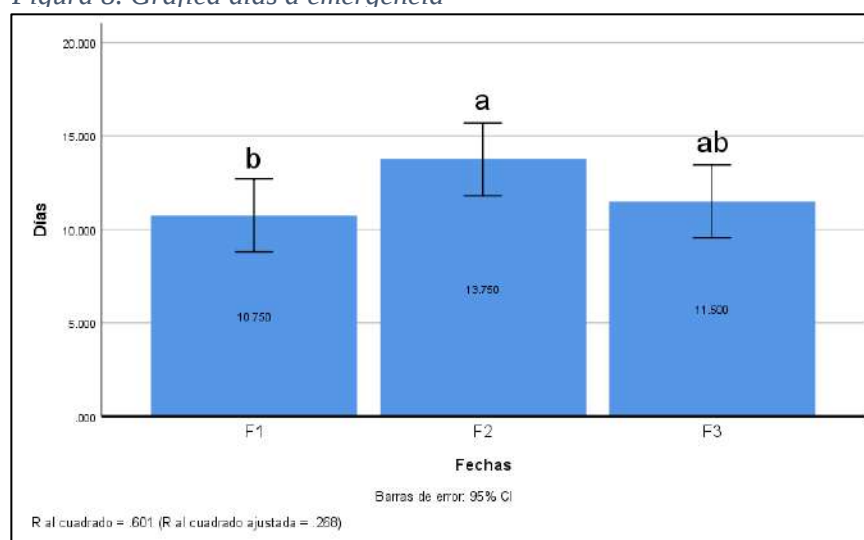
notablemente fuerte. Sustentado por la mayor parte del coeficiente de determinación, indicando que tanto fecha como bloque influye en la variable dependiente de altura.

6.2.3. Variables a medir del cultivo de arroz

6.2.3.1. Días a emergencia

Para la variable dependiente emergencia en el cultivo de arroz el factor fecha presenta una variabilidad medianamente notable en comparación con la variabilidad del factor bloque, tanto la fecha como bloques no presentan diferencia significativa, pero si un alto efecto. El coeficiente de determinación indica que el modelo omite factores influyentes para el análisis. El ANOVA muestra en prueba DMS que si existen diferencia de medias significativas donde F1 seguido de F3 tienen el menor promedio de días a emergencia.

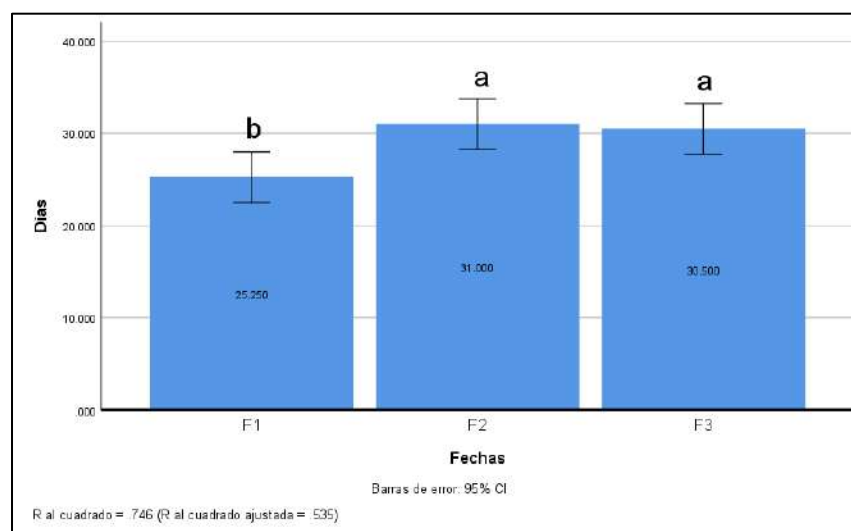
Figura 8. Gráfica días a emergencia



6.2.3.2.V4 (momento en el que la cuarta hoja está totalmente desarrollada)

El factor fecha presenta una variabilidad entre grupos notable a diferencia del factor bloque, la diferencia significativa se le atribuye al factor fecha, ya que para el factor bloque no hay diferencia significativa ambos presentan un efecto alto, a pesar de ello el valor es más grande para el factor fecha. El coeficiente de determinación en la variabilidad solo sustenta el 50% del análisis lo que nos presenta que el factor fecha influye sobre la variable dependiente V4. El ANOVA nos presenta que hay diferencias entre fechas de siembra donde F1 tiene el menor valor de días para alcanzar V4 mostrando un mayor desarrollo de la planta.

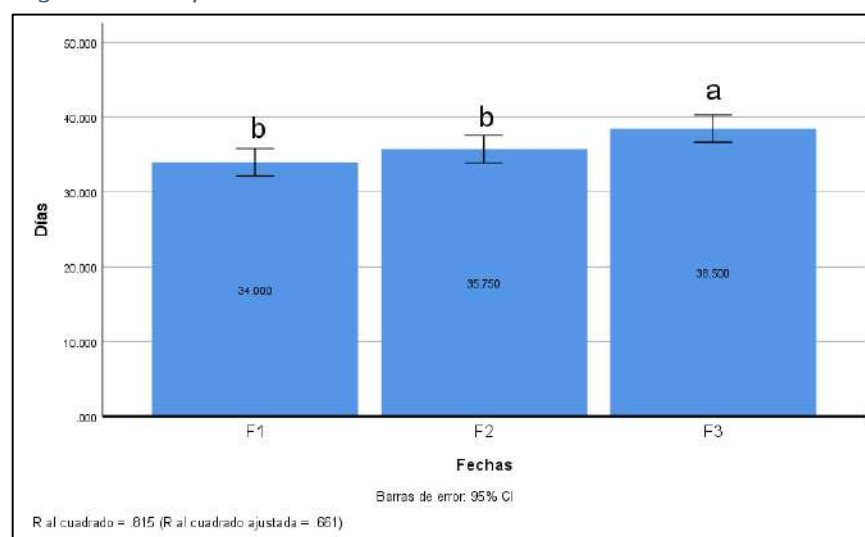
Figura 9. Gráfica V4



6.2.3.3. V8 (Momento en la cuarta hoja está totalmente desarrollada)

Para la variable dependiente V8 el factor fecha presenta poca variabilidad entre grupos, pero una diferencia significativa con un efecto alto, respaldado con coeficiente de determinación variabilidad adecuado, el factor bloque no presenta variabilidad notable entre grupos, no tiene diferencia significativa, pero si un efecto grande. Esto nos ayuda a determinar que la diferencia significativa cae sobre F3 que presenta un valor más alto que F2 y F1, teniendo la menor cantidad de días F1 en la variable dependiente V8.

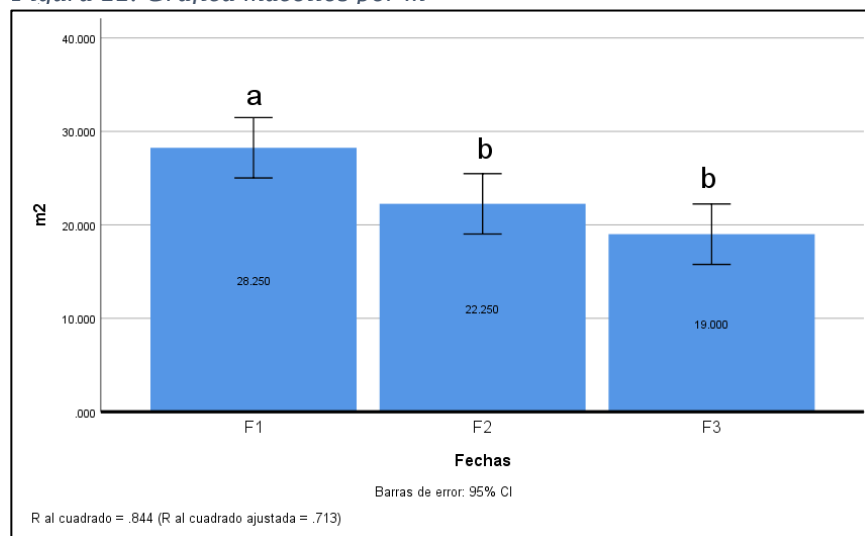
Figura 10. Gráfica V8



6.2.3.4. Macollos por m²

Los grupos del factor bloque no presentan variabilidad entre sí, no existe diferencia significativa, el efecto es grande. El factor fecha muestra una variabilidad notable entre grupos, muestra una diferencia significativa y un efecto grande. El coeficiente de determinación nos muestra que el mayor porcentaje respalda los datos, demostrando así que el factor fecha influye sobre la variable dependiente.

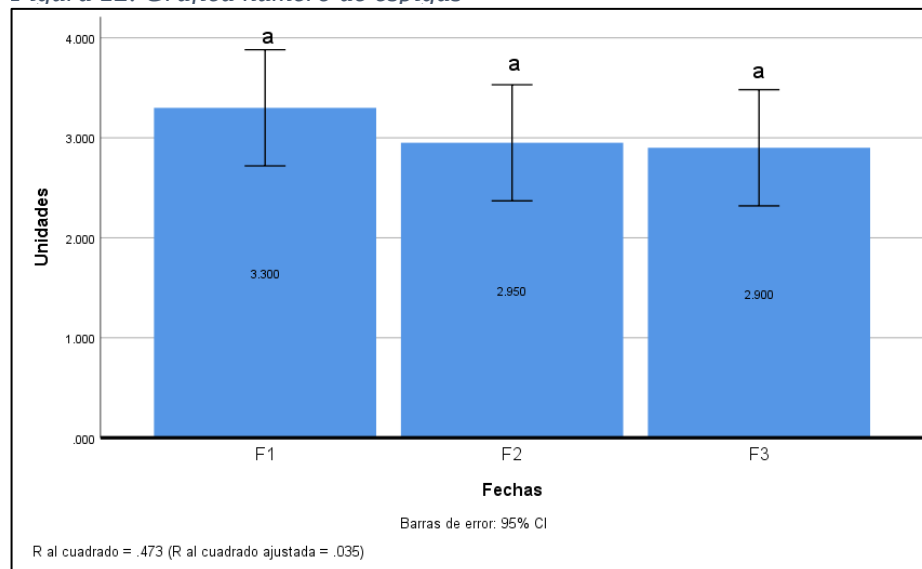
Figura 11. Gráfica macollos por m²



6.2.3.5. Número de espigas

Se observa que tanto el factor fecha como el factor bloque no tienen variabilidad dentro de sus grupos, no existen diferencias significativas para ninguno de los factores y que sus efectos son considerables. A esto se le suma que el coeficiente de determinación es mucho menor a lo requerido para respaldar el modelo.

Figura 12. Gráfica número de espigas



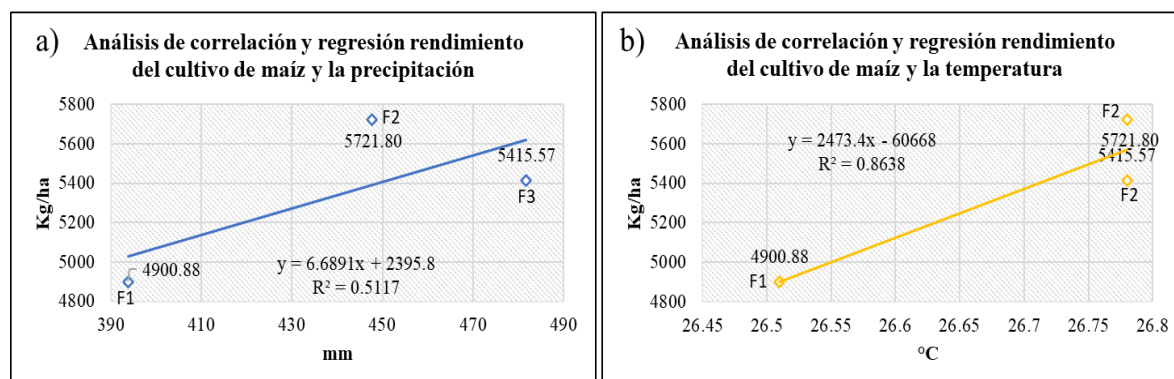
6.3. Análisis de correlación y regresión

6.3.1. Análisis de correlación y regresión rendimiento cultivo de maíz

En la figura 30 observamos que para el análisis de correlación en cuanto a temperatura existe una relación consistente y positiva entre la temperatura media del ciclo y el rendimiento con una magnitud de 0.86, demostrando que a medida que la temperatura aumenta ligeramente entre cada fecha, el rendimiento también incrementa.

En cuanto a la precipitación nos demuestra una correlación moderada y positiva con el rendimiento, una magnitud de 0.51, que nos demuestra que los ciclos con mayor lluvia podrían llegar a presentar rendimientos mayores, es decir precipitaciones mayores a 40 mm, mientras que precipitaciones menores a 400 mm obtienen un menor rendimiento corresponden.

Figura 13. Gráficas de correlación y regresión rendimiento del cultivo de maíz en función de las variables climáticas a) Precipitación b) Temperatura



De esta manera los factores más influyentes sobre el rendimiento caen sobre la precipitación y la temperatura.

En comparación con otro trabajo realizado en Catacamas, Olancho donde se evaluaron 14 variedades diferentes de arroz se obtuvo un rendimiento de 5550 kg/ha⁻¹ (Martinez G. 2016), a diferencia del rendimiento obtenido en este estudio de 539 kg/ha⁻¹ no es factible considerarlo como fechas de siembra viables, ya que la diferencia en el rendimiento es 9 veces mayor. Estos valores pueden estar condicionados a diversos factores, ya que se utilizó el método de siembra seco, sometiendo a estrés hídrico la planta.

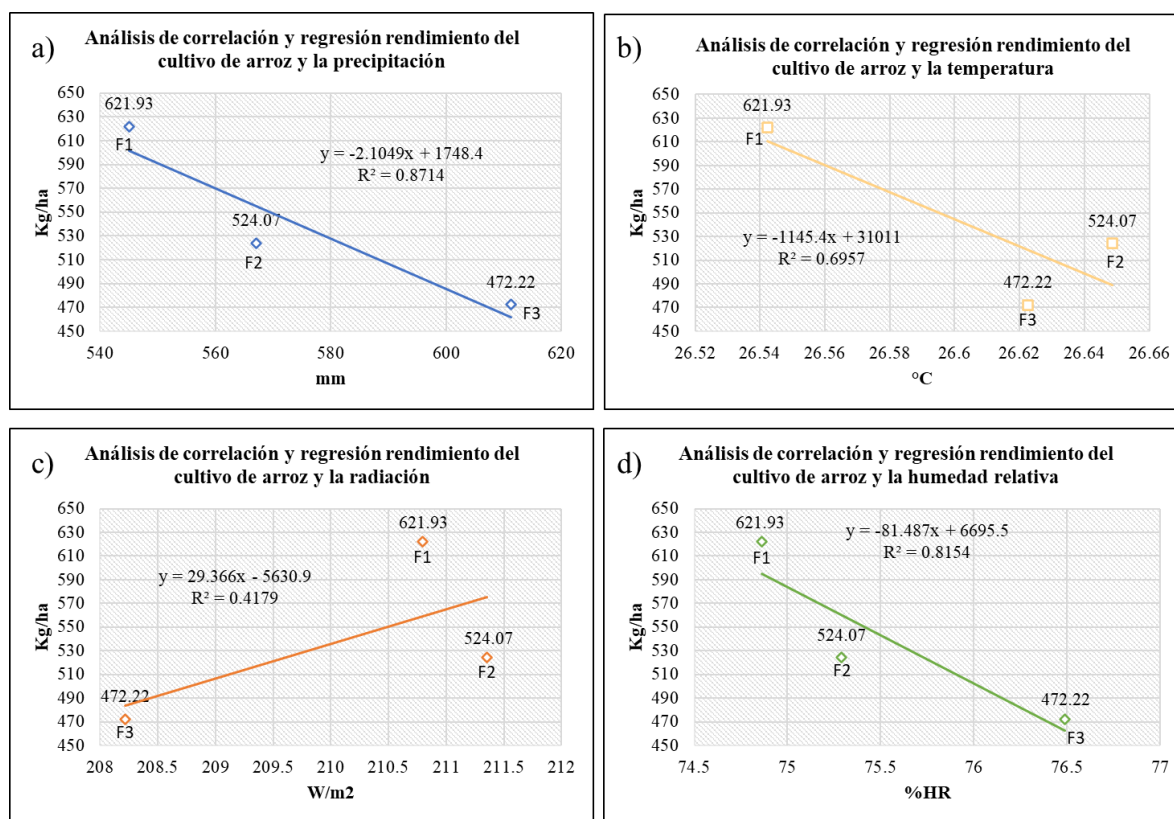
6.3.2. Análisis de correlación y regresión rendimiento cultivo de arroz

En cuanto al rendimiento del arroz la precipitación se asocia de manera negativa con el rendimiento al obtener una magnitud de 0.87. Lo que demuestra que entre menor cantidad de lluvias que se obtiene en el ciclo mayor es la productividad del arroz, consecuente de aparición de enfermedades por exceso de humedad o una disminución considerable en la radiación.

La temperatura nos muestra una correlación negativa con una magnitud considerable de 0.69, pequeñas elevaciones térmicas dentro del rango observado corresponden con reducciones del rendimiento, lo que sugiere sensibilidad del arroz. En contraste con la radiación, esta presenta una magnitud baja de 0.41 con una pendiente positiva demostrando que mayor disponibilidad lumínica favorece el rendimiento siempre que el recurso hídrico no sea limitante, indicando un efecto complementario con la precipitación.

La humedad se correlaciona de forma negativa con una magnitud fuerte de 0.81, demostrando que temporadas más húmedas generan menores rendimientos, lo que se puede atribuir a enfermedades por presencia de hongos.

Figura 14. Gráficas de correlación y regresión rendimiento del cultivo de arroz en función de las variables climáticas a) Precipitación b) Temperatura c) Radiación y d) Humedad Relativa



VII. CONCLUSIONES

- a) La temperatura y precipitación presentan una mayor influencia en cuanto a los cultivos de maíz, frijol y arroz, en el cultivo de arroz, influyen también la radiación y la humedad relativa. Cada uno tiene una incidencia en etapas claves para los cultivos.
- b) Para el cultivo de maíz la mejor fecha de siembra se obtuvo del 25 de abril al 17 de agosto que corresponde a F2. Para el cultivo de arroz el mejor rendimiento corresponde a F1.
- c) El diseño experimental presentó error tipo I consecuente de no obtener los datos necesarios para poder desarrollar un modelo como tal o un análisis de regresión múltiple que ayude a predecir el rendimiento en función de las variables climáticas.

VIII. RECOMENDACIONES

Se requiere de una mejor estructura en el diseño experimental, ya que al momento de realizar los análisis la escasez de datos influye de manera negativa en la interpretación de estos. Con un mínimo de 4 fechas de siembra, que contengan 6 parcelas cada una de esta manera se disminuye el error experimental.

Para una interpretación más adecuada a la realidad de los productores, se recomienda utilizar el método convencional de siembra, ya que en la actualidad la agricultura gira entorno a ello y surgen diferencias significativas con la agricultura orgánica libre de químicos sintéticos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahumada, R; Velázquez, G; Flores, E; Romero, J. 2014. Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz (en línea). Investigación y Ciencia 22(1):48-53. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67431579007>.

Alejandra, M; Sandoz, M. 2016. Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América. tropical Ingeniería 26(1):2215-2652.

Almendarez Q., C. 2012. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE 10 HÍBRIDOS DE MAÍZ GRANO AMARILLO DE ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA (QPM) EN EL DEPARTAMENTO DE OLANCHO. s.l., s.e. .

Amador, JA; Investigaciones, C De; Cigefi, G; Universidad, DF; Rica, DC; Alfaro, EJ. 2009. variabilidad climática y cambio climático. 11:39-52.

Andrade, F. 2012. Contribuciones de la Ecofisiología de Cultivos a la producción agrícola. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria :345-377.

Argenal, F. 2003. Variabilidad Climatica y Cambio Variabilidad Climática y Cambio Climático en Honduras. .

Bendaña, G. 2018. Temas Nicaragüenses. s.l., s.e. p. 386-398.

Bogaert García, H. 2012. CIENCIA Y SOCIEDAD Volumen XXXVII, Número 2 Abril - Junio 2012 LA DEPRESIÓN: ETIOLOGÍA Y TRATAMIENTO. Ciencia y Sociedad 2:183-197.

Borrego, CEP. 2019. Climate change, food insecurity and obesity. Revista Cubana de Salud Publica 45(3):1-18.

Bouroncle, C; Imbach, P; Läderach, P; Rodríguez, B; Medellín, C; Fung, E; Martínez-rodríguez, MR; Camila, I. 2022. La agricultura de Honduras y el cambio climático : ¿ Dónde están las prioridades para la adaptación ? :1-8.

Buelvas J., M. 2021. Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz. Ciencia y tecnologia agropecuaria 6:28-34.

Callejas-Rodríguez, R; Reyes-Sánchez, R; Plácido-Tomieli, I; Flores-Gallardo, H. 2023. Thermal Time Evaluation Methods for Determining Planting Date of Potatoes for Agroindustry. Revista Fitotecnia Mexicana 46(2):127-135. DOI: <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.127>.

Chaves, B; Felipe, N; Gutiérrez, S; Vinicio, M. 2017. Respuestas al estrés por calor en los

cultivos (en línea). s.l., s.e., vol.28. p. 237. Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637020.pdf.

Chaves, B; Flórez, V. 2011. Modelos de cultivos y modelos fenológicos (en línea). Researchgate (December):153-177. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Victor-Florez-Roncancio/publication/269996195_Modelos_de_cultivos_y_modelos_fenologicos/links/549de8dd0cf2b803713a7de6/Modelos-de-cultivos-y-modelos-fenologicos.pdf.

Cruz, O. (2017). Manual para la producción del cultivo del maíz en Honduras (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>.

David, A; Tapia, S. 2025. Cambio climático y agricultura ¿ Quién genera la deuda ambiental ? ¿ Por dónde entender el cambio climático y la agricultura ? .

Díaz Cordero, G. 2012. EL CAMBIO CLIMÁTICO. Ciencia y sociedad 37:227-240.

DICTA-SAG; Alvarenga, G. 2023. Fortalecen la producción de semilla de arroz “ DICTA FL HONDURAS ”. .

DICTA-SAG; EAP/Zamorano; Bean/Cowpea; CRSP-USAID; Profrijol/COSUDE. (2004). AMADEUS-77. s.l., s.e.

DISAGRO. HR-101 (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.disagro.com.hn/product/hr-101/>.

Escalante, A; Escalante, E; Rodríguez, M. 2001. Producción de frijol, en dos épocas de siembra: su relación con la evapotranspiración, unidades calor y radiación solar en clima cálido. Terra Latinoamericana 19(4):309-315.

FAO. 2002. Perspectivas a largo plazo. El panorama de la agricultura. Agricultura mundial : hacia los años 2015 / 2030 Informe resumido :11-20.

FAO; FIDA; UNICEF; PMA; OMS. 2024. Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas. Roma, FAO. Fao .

Flores P., JA; Lazo S., WJ; Mendez S., J. 2019. Necesidades hídricas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) INTA rojo en condiciones del trópico húmedo de Nicaragua (en línea, sitio web). Disponible en <https://camjol.info/index.php/CALERA/article/view/8436/9337>.

Gisbert Blanquer, JM; Ibáñez Asensio, S; Moreno Ramón, H. 2010. La textura del suelo. (January 2010).

González P., I del M; Rodríguez C., AF; Sastoque R., JI. 2021. La Incidencia de la Precipitación y el Área Sembrada Frente a la Producción de Arroz en el Departamento del

Meta. Revista «Boletín el Conuco» 3(1):1-15. DOI: <https://doi.org/10.22579/2619-614x.532>.

Guacho, LN; Atehortua, MK; Navarro Roque, ES; Hernández, A; Ricaurte, L; Antúnez Méndez, GN; Villamar, F; Chuquillanqui, J; Huamaní, D; Avain Albelo, A; Curruchich, WA; Flores Pablo, FC; Hernández Lozano, EG; Pierre, F; Becerra Abril, JL; Benavides Bernal, S; Igeler, W. 2023. Retos para la transición a la sostenibilidad del sistema alimentario en Honduras. Ceiba 56(2):105-120. DOI: <https://doi.org/10.5377/ceiba.v56i2.17121>.

Hernandez C., N; Soto C., F. 2013. Determination efficiency index in crops of maize and sorghum established in different planting dates and its influence on performance. redalyc 34:24-29.

Jacobs, L; Quack, L. 2018. The end of the diesel subsidy: Distributional effects of a CO₂-based energy tax reform. Wirtschaftsdienst 98(8):578-586. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10273-018-2334-3>.

Lardizabal, R; Arias, S; Segura, R. (2013). MANUAL DE PRODUCCIÓN DE FRIJOL. s.l., s.e.

Loli, O. 2013. Fertilizacion en el cultivo de papa. Guía técnica. :1-20.

Marqueria L., LA; Roján H., O; Solano F., J; Santana G., I; Fernández M., D. 2021. Productividad del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Parte I. Rendimiento en función de variables meteorológicas. Cultivos Tropicales 42(3).

Martinez G., A. 2016. EVALUACIÓN DE 14 VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL RAÚL RENÉ VALLE, CATACAMAS, OLANCHO. .

Mayer, LI; Rattalino, JI; Navarrete S., R; Maddonni, GA; Otegui, ME. 2012. Efecto de las altas temperaturas en la productividad de maíz. s.l., s.e.

Miranda, M; Confalone, A. 2022. Influencia del clima en el rendimiento de maíz (*Zea mays*) en el centro de la provincia de Buenos Aires, Argentina (en línea). Cuban Journal of Agricultural Science 56(4):1-10. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802022000400003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Munguia, JM. 2014. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DE 24 HÍBRIDOS DE MAÍZ GRANO BLANCO COMO PARTE DEL PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS Y ANIMALES (PCCMCA). s.l., s.e. .

Murillo, A. 2021. Eficiencia en el uso de la radiación en cultivo de maíz (*Zea mays* L.) según fertilización nitrogenada en distintos estadios fenológicos Trabajo. :50.

Parra-Coronado, A; Fischer, G; Chaves-Cordoba, B. 2015. Tiempo térmico para estados

fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). *Acta Biologica Colombiana* 20(1):163-173. DOI: <https://doi.org/10.15446/abc.v20n1.43390>.

Pinilla-Herrera, MC; Rueda, A., Pinzón, C; Sánchez, J. 2012. Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática entre campesinos de Santander, Colombia. *Ambiente Y Desarrollo* 16(31):25-37.

Pulver, EL. 2010. Manejo estratégico y producción competitiva del arroz con riego en América Latina. *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina* (1):350-362.

Ramírez B., VH; Arcila P., J; Jaramillo R., Á; Rendón S., JR; Cuesta G., G; García L., JC; Menza F., HD; Mejía M., CG; Montoya, DF; Mejía M., JW; Torres N., JC; Sánchez A., PM; Baute B., JE; Peña Q, AJ. 2011. Variabilidad climática y la floración del café en Colombia. (en línea). *Avances Técnicos Cenicafe* 407:1-8. Disponible en <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/333/1/avt0407.pdf>.

Reta S., D; Faz C., R. 1999. RESPUESTA DEL MAIZ A DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN EL SUELO I. RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES. s.l., s.e. 309-316 p.

Rosas, JC. (2003). El cultivo del frijol común en América Tropical (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2424/1/prueba_09.pdf.

Saavedra Mora, D; Machado Cuellar, L; Murcia Torrejano, V; Rodríguez Salamanca, D. 2024. Incidencia de las condiciones climáticas sobre el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en el municipio de Campoalegre-Huila. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura* 4(1):26-32. DOI: <https://doi.org/10.23850/raaa.v4i4.4722>.

Secretaría de Coordinación General de Gobierno. 2021. CONFIGURACIÓN DE UNA VÍA HACIA UNOS SISTEMAS ALIMENTARIOS NACIONALES SOSTENIBLES: <https://summitdialogues.org/es> (en línea). . Disponible en <https://summitdialogues.org/es/>.

Sosenski, P; Domínguez, CA. 2018. The value and risks of pollination as an ecosystem service. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89(3):961-970. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>.

Sridevi, V; Chellamutu, V. 2015. Impact of Weather on Rice Production in India. *International Journal of Advanced Research* 7(7):777-787. DOI: <https://doi.org/10.21474/ijar01/9423>.

Tapia, A; Mayorga, M. 2015. Incidencia del cambio climático en la producción y comercialización de frijol rojo en Nicaragua (2009-2013). s.l., s.e. 10-17 p.

Trinidad Santos, A; Aguila Manjarrez, D. 1999. Foliar Fertilization, an Important Enhancing for the Crop Yield [La fertilización foliar, una mejora importante para el rendimiento de los cultivos]. (en línea). *Redalyc* 17:10. Disponible en

<https://www.redalyc.org/pdf/573/57317309.pdf>.

Valdez-Torres, JB; Soto-Landeros, F; Osuna-Enciso, T; Báez-Sañudo, MA. 2012. MODELOS DE PREDICCIÓN FENOLÓGICA PARA MAÍZ BLANCO (*Zea mays* L.) Y GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). .

Yzarra, W; López, F. 2011. MANUAL DE OBSERVACIONES FENOLÓGICAS (en línea). :98. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>.

Zamora Martinez. 2015. Editorial Cambio Climático (en línea). Scielo 6:7. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n31/v6n31a1.pdf>.

X. ANEXOS



Anexo 3. Preparación y siembra



Anexo 2. Instalación de sistema de riego



Anexo 1. Monitoreo germinación y V4 plántulas de arroz



Anexo 4. Monitoreo crecimiento siembra 1 y 2



Anexo 10. Monitoreo frijol



Anexo 9. Limpieza y vista entre fecha de siembra 1 y 2



Anexo 8. Daño plántula de maíz



Anexo 7. Daño plántula de maíz



Anexo 5. Antesis planta arroz



Anexo 6. Plántulas de frijol dañadas por exceso de lluvias



Anexo 15. Caída prematura de vainas en plántulas de frijol fecha de siembra 1



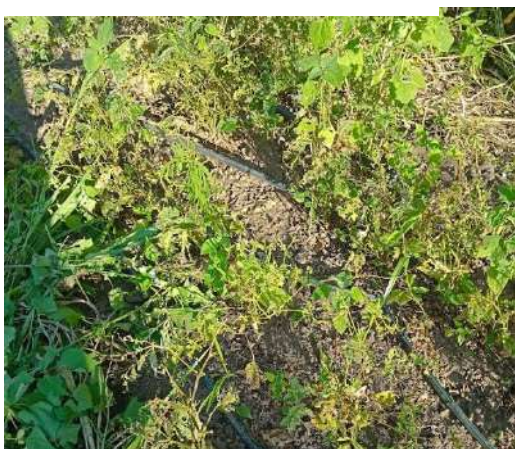
Anexo 16. Limpieza y monitoreo de fecha de siembra 3



Anexo 13. Medición de variables en fecha 1



Anexo 14. Toma de datos del cultivo de maíz



Anexo 12. Evaluación de pérdida de parcelas de frijol luego de temporada lluviosa



Anexo 11. Medición de variables fecha 1



Anexo 21. Limpieza y monitoreo fecha de siembra 2 y 3



Anexo 20. Análisis y toma de muestra de suelo



Anexo 19. Toma de muestras fecha 3



Anexo 18. Toma de datos fecha 1 y 2



Anexo 17. Toma de datos fecha 3



Anexo 22. Recolección de datos para el cultivo de maíz



Anexo 23. Conteo y peso de granos para el cultivo de maíz



Anexo 25. Toma de muestras cultivo de arroz



Anexo 24. Almacenamiento y secado



Anexo 26. Medición de humedad para el rendimiento

Precios de los análisis:

A) Análisis Químicos

1. Análisis de fertilidad (pH, CO₂, NO₃, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, K, NH₄) recomendación de fertilización: 880.00 Lps
2. pH: 100.00 Lps
3. Materia Orgánica: 280.00 Lps
4. Aluminio Intercambiable: 250.00 Lps
5. Boro: 300.00 Lps
6. Azufre: 450.00 Lps
7. Calcio Disponible: 450.00 Lps
8. Potasio Disponible: 700.00 Lps
9. Calcio Total: 700.00 Lps
10. Boro Total: 800.00 Lps
11. Conductividad Eléctrica: 400.00 Lps
12. Intercambio Catiónico: 800.00 Lps
13. Análisis individual (pH, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na): 100.00 Lps
14. Recomendación de fertilización: 200.00 Lps

B) Análisis Físicos

1. Textura: 200.00 Lps
2. Humedad: 200.00 Lps
3. Densidad Real: 100.00 Lps
4. Densidad Aparente: 300.00 Lps
5. Porcentaje de aireación: 400.00 Lps

C) Análisis Biológicos

1. Microbiología del Suelo: 400.00 Lps
2. Microbiología: 400.00 Lps

Anexo 27. Análisis físico químicos del laboratorio de suelo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_Mazorca

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	315.123 ^a	5	63.025	8.682	.010	.879
Intersección	59614.803	1	59614.803	8212.662	.000	.999
Fecha	180.527	2	90.263	12.435	.007	.806
Bloque	134.597	3	44.866	6.181	.029	.756
Error	43.553	6	7.259			
Total	59973.480	12				
Total corregido	358.677	11				

a. R al cuadrado = .879 (R al cuadrado ajustada = .777)

Anexo 29. Análisis de varianza para altura mazorca para el cultivo de maíz

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud_Mazorca

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	46.134 ^a	5	9.227	3.292	.090	.733
Intersección	4536.519	1	4536.519	1618.727	.000	.996
Fecha	26.771	2	13.386	4.776	.057	.614
Bloque	19.362	3	6.454	2.303	.177	.535
Error	16.815	6	2.803			
Total	4599.467	12				
Total corregido	62.949	11				

a. R al cuadrado = .733 (R al cuadrado ajustada = .510)

Anexo 28. Análisis de varianza longitud de mazorca para el cultivo de maíz

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_Granos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	24.560 ^a	5	4.912	1.137	.432	.487
Intersección	9408.000	1	9408.000	2177.778	.000	.997
Fecha	9.920	2	4.960	1.148	.378	.277
Bloque	14.640	3	4.880	1.130	.409	.361
Error	25.920	6	4.320			
Total	9458.480	12				
Total corregido	50.480	11				

a. R al cuadrado = .487 (R al cuadrado ajustada = .059)

Anexo 31. Análisis de varianza del cultivo de maíz para la variable número de granos por mazorca

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	196.044 ^a	5	39.209	7.785	.013	.866
Intersección	19300.932	1	19300.932	3832.228	.000	.998
Bloques	88.686	3	29.562	5.870	.032	.746
Fechas	107.357	2	53.679	10.658	.011	.780
Error	30.219	6	5.036			
Total	19527.195	12				
Total corregido	226.262	11				

a. R al cuadrado = .866 (R al cuadrado ajustada = .755)

Anexo 30. Análisis de varianza del cultivo de frijol para la variable altura

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Vainas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	72.123 ^a	5	14.425	30.984	.000	.963
Intersección	35.363	1	35.363	75.959	.000	.927
Bloques	1.397	3	.466	1.000	.455	.333
Fechas	70.727	2	35.363	75.959	.000	.962
Error	2.793	6	.466			
Total	110.280	12				
Total corregido	74.917	11				

a. R al cuadrado = .963 (R al cuadrado ajustada = .932)

Anexo 33. Análisis de varianza del cultivo de frijol para la variable vainas por planta

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Emergencia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	22.833 ^a	5	4.567	1.807	.246	.601
Intersección	1728.000	1	1728.000	683.604	.000	.991
Bloques	3.333	3	1.111	.440	.733	.180
Fechas	19.500	2	9.750	3.857	.084	.562
Error	15.167	6	2.528			
Total	1766.000	12				
Total corregido	38.000	11				

a. R al cuadrado = .601 (R al cuadrado ajustada = .268)

Anexo 32 Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable días a emergencia

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: V4

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	88.750 ^a	5	17.750	3.530	.078	.746
Intersección	10034.083	1	10034.083	1995.729	.000	.997
Bloques	7.583	3	2.528	.503	.694	.201
Fechas	81.167	2	40.583	8.072	.020	.729
Error	30.167	6	5.028			
Total	10153.000	12				
Total corregido	118.917	11				

a. R al cuadrado = .746 (R al cuadrado ajustada = .535)

Anexo 34. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable V4

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: V8

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	59.417 ^a	5	11.883	5.281	.033	.815
Intersección	15624.083	1	15624.083	6944.037	.000	.999
Bloques	18.250	3	6.083	2.704	.139	.575
Fechas	41.167	2	20.583	9.148	.015	.753
Error	13.500	6	2.250			
Total	15697.000	12				
Total corregido	72.917	11				

a. R al cuadrado = .815 (R al cuadrado ajustada = .661)

Anexo 37. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable V8

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Macollos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	225.833 ^a	5	45.167	6.478	.021	.844
Intersección	6440.333	1	6440.333	923.713	.000	.994
Bloques	49.667	3	16.556	2.375	.169	.543
Fechas	176.167	2	88.083	12.633	.007	.808
Error	41.833	6	6.972			
Total	6708.000	12				
Total corregido	267.667	11				

a. R al cuadrado = .844 (R al cuadrado ajustada = .713)

Anexo 36. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable macollos por m²

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Espigas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	1.217 ^a	5	.243	1.079	.456	.473
Intersección	111.630	1	111.630	494.911	.000	.988
Bloques	.837	3	.279	1.236	.376	.382
Fechas	.380	2	.190	.842	.476	.219
Error	1.353	6	.226			
Total	114.200	12				
Total corregido	2.570	11				

a. R al cuadrado = .473 (R al cuadrado ajustada = .035)

Anexo 35. Análisis de varianza del cultivo de arroz para la variable espigas por planta